

JÓZSEF ATTILA TUDOMÁNYEGYETEM KIBERNETIKAI LABORATÓRIUMA
NEUMANN JÁNOS SZÁMÍTÓGÉPTUDOMÁNYI TÁRSASÁG
CSONGRÁD MEGYEI SZERVEZETE ÉS ORVOS-BIOLÓGIAI SZAKOSZTÁLYA

**Számítástechnikai és kibernetikai módszerek
alkalmazása az orvostudományban
és a biológiában**

8. KOLLOKVIUM

Szeged, 1977

JÓZSEF ATTILA TUDOMÁNYEGYETEM KIBERNETIKAI LABORATÓRIUMA
NEUMANN JÁNOS SZÁMÍTÓGÉPTUDOMÁNYI TÁRSASÁG
CSONGRÁD MEGYEI SZERVEZETE ÉS ORVOS-BIOLÓGIAI SZAKOSZTÁLYA

**Számítástechnikai és kibernetikai módszerek
alkalmazása az orvostudományban
és a biológiában**

8 . KOLLOKVIUM

Szeged, 1977

SZÁMITÁSTECHNIKAI ÉS KIBERNETIKAI MODSZEK
ALKALMAZÁSA AZ ORVOSTUDOMÁNYBAN ÉS
A BIOLOGIÁBAN

A Neumann János Számítógéptudományi Társaság
Csongrád megyei Szervezete és Orvosbiológiai Szakosztálya
Szegeden, 1977. december 5. és 7. között tartott kollokviumának
anyaga

SZERKESZTETTE

MUSZKA DÁNIEL

SZÉKELY SÁNDOR

MADARÁSZ ISTVÁN

A KOLLOKVIUM ELNÖKEI:

Csernay László
egyetemi tanár

Fedina László
egyetemi docens

Hantos Zoltán
tudományos munkatárs

Hunya Péter
tudományos főmunkatárs

Kanyár Béla
tudományos főmunkatárs

Madarász István
tudományos főmunkatárs

Naszlady Attila
főorvos

III

A KERÉKASZTAL-MEGBESZÉLÉS RÉSZTVEVŐI:

Benedek Szabolcs

Csernay László (vitavezető)

Ghyczy Kálmán

Greff Lajos

Győri István

Lamm György

Mányi Géza

Naszlady Attila (vitaindító előadás)

Szentgáli Gyula

RENDEZŐBIZOTTSÁG:

Elnöke:

Muszka Dániel
tudományos osztályvezető,
a Neumann János Számítógéptudományi Társaság
Csongrád megyei Szervezetének titkára

Tagjai:

Csernay László
egyetemi tanár

Madarász István
tudományos főmunkatárs

Naszlady Attila
főorvos

Monos Emil
egyetemi docens

A KOLLOKVIUM RÉSZTVEVŐI:

A n n u s Éva
Állattenyésztési Kut.Int.

A n n u s János
SZOTE Női Klinika

Dr. B a k Judit
SOTE Számítástechn.Csop.

B l a s o v s z k y Miklós
MTA SZTAKI

Dr. B a l á s Éltes András
SOTE Számítástechn.Csop.

B a l o g h Gábor
KSH Államig.Számítógépes Szolg.

Dr. B a r t o s Attila
Agrártud.Egy. Keszthely

B a r t a János
Állatt. Kut.Int. Herceghalom

B á c s k a i László
VIDEOTON Fejlesztési Int.

Dr. B e z e g h András
EGYT Klinikofarmakológiai O.

B e n e d e k Szabolcs
SZOTE Számítóközpont

Dr. B é k é s i Miklós
Orsz. Kardiológiai Int.

Dr. B i h a r i Ottó
Orsz. Testnev. és Sporteg. Int.

Dr. B i r ó Gábor
POTE Biofizikai Int.

Dr. B o d ó Mihály
Orsz. Idegsebészeti Tud. Int.

B o l y k i János
MTA KFKI

B o r d á s István
TOMEGYI

B ö r z s ö n y i László
MTA SZTAKI

B u b l i k A.
Szovjetunió

Dr. B u d a József
POTE Egészségügyi Szerv. Int.

C z o p f János
POTE Élettani Intézet

C s á n y i György
"Számítástechnika" Szerk.

C s á k i Péter
MTA SZTAKI

C s é p e Valéria
MTA Pszichológiai Int.

Dr. C s e r n a y László
SZOTE Közp. Izotópdiaosztikai L.

Dr. C s e r n a y n é Somogyi K.
SZOTE Számítóközpont

Dr. C s é b f a l v i György
PTE Közgazdaságtud. Kar

Dr. C s o b á n György
DOTE Egészségügyi Szerv. Int.

VI

Dr. D e u t s c h Tibor
Chinoín Számítástechn. Csop.

E l e k György
MTA KFKI

Dr. E ő r y Ajándok
Állattenyésztési Kut. Int.

F a r k a s András
Magy. Vas- és Acélipari Egy.

F a r k a s Henriette
Műszeripari Kutató Intézet

Dr. F e d i n a László
SOTE Számítástechn. Csop.

F e k e t e Elek
SZKI

Dr. F e l k a i Béla
SZKI

F i s c h e r János
MTA SZTAKI

G a r á d i János
MTA SZTAKI

G á l Tamás
MTA KFKI

Dr. G r e f f Lajos
Egészségügyi Minisztérium

G ő t l Győző
KSH Államig. Számítógépes Sz.

G ő r b e János
Számítógépalk. Kutató Intézet

G ő r ő g Veronika
Távközlési Kutató Intézet

Dr. G h y c z y Kálmán
MÁV Tüdőgyógyintézet

Dr. G y ő r i István
SZOTE Számítóközpont

H a j n a l Miklós
BME Folyamatszab. Tanszék

H a l á s z László
MTA Pszichológiai Intézet

H a n t o s Péter
BME Automatizálási Tanszék

Dr. H a n t o s Zoltán
JATE Kibernetikai Laboratórium

H e r c z e g Miklós
SZKI

H o f f h a u s e r Béla
Orsz. Korányi TBC és Pulm. Int.

H o r v á t h Gaudi István
MTA SZTAKI

Dr. H u n y a Péter
JATE Kibernetikai Laboratórium

Dr. H ő s s István
BMTVB Számítástechn. Int. Bcsaba

H u d e t z Antal
SOTE Kísérleti Kut. Intézet

I r i n y i György
ELTE

I v a n y o s Lajos
MTA KFKI

Dr. J á m b o r András
TOMEGYI

VII

K a n y á r Béla
SOTE Számítástechn. Csop.

K a r l ó c z a i Miklós
MHE Számítástechn. Szerv. K.

Dr. K a r m o s György
MTA Pszichológiai Int.

Dr. K e c s k é s Istvánné
SZKI

K e s e r ü János
Állattenyésztési Kut. Int.

K i s s Erzsébet
TOMEGYI

K o b z o s László
Távközlési Kutató Int.

K o z m a n n György
MTA KFKI

K ö r ö s z t ö s Vince
TOMEGYI

K u n András
VIDEOTON Fejl. Intézet

K u b a Attila
JATE Kibernetikai Lab.

K u t á s Tibor
MTA SZTAKI

Dr. L a m m György
Orsz. Kardiológiai Int.

Dr. L á n g István
MTA KFKI

L e n g y e l Tamás
MTA SZTAKI

L e p o s a Dezső
TOMEGYI

Dr. M a d a r á s z István
JATE Kibernetikai Laboratórium

M a t i e v i c s Istvánné
SZOTE Számítóközpont

M á n d i Iván
VIDEOTON Fejlesztési Int.

Dr. M á n y i Géza
ESZTIK

M o l n á r Ervin
Kandó K. Villamosip. Műsz. Főisk.

Dr. M o l n á r Márk
MTA Pszichológiai Int.

Dr. M o n o s Emil
SOTE Kísérleti Kutató Int.

M ü l l e r Henrik
MHE Számítástechn. és Szerv. Kp.

N a g y András
MTA KFKI

Dr. N a g y Ferenc
SZOTE I. Belgyógyászati Klinika

N a g y Julia
TOMEGYI

Dr. N a s z l a d y Attila
Orsz. Korányi TBC és Pulm. Int.

N é m e t h László
Állami Szívkórház, Bfüred

P a l o t a i Ferenc
Műszeripari Kut. Intézet

VIII

Dr. P á l I v á n
SOTE Számítástechn. Csop.

P á l - S z a b ó Gabriella
SZKI

P e t h ő Imre
TOMEGYI

P é n z e s Sándor
BMTVB Számítástechn. Intézet

R a t k ó István
MTA SZTAKI

K á c z György
Közl.ép. Szerv. és Adatfeld. ES

R u d a Mihály
MTA SZTAKI

S k i t a Judit
VIDEOTON Fejlesztési Int.

S i p o s Mihály
MTA Pszichológiai Intézet

S i m o n Gábor
SOTE Számítástechn. Csop.

S ü l y i József
TOMEGYI

Dr. S r a j b e r Benedek
KSH Államig. Számítóg. Sz.

S z a b ó András
MTA KFKI

S z a b ó Annamária
Orsz. Korányi TBC és Pulm. I.

S z a d e c z k y K. Gedeon
Állattenyésztési Kut. Intézet

S z a b ó Gizella
Kandó Kálmán Vill. ip. MF.

S z e p e s Róbert
OMFB

Dr. S z e n t g á l i Gyula
Balassa J. Kórház Szekszárd

Dr. S z i l á r d István
POTE Egészségügyi Szerv. I.

S z ü c s Béla
BME Automatizálási Tsz.

T a r j á n Péter
Állatt. Kut. Int. Herceghalom

T ó t h András
Chinoi Számítástechn. O.

Dr. T ó t h Kovács János
EGYT

T ó t h János
Kandó K. Villamosip. Müsz. Főisk.

T ó t h Tibor
SZKI

Dr. T ö r ö k Attila
SZOTE Crvosi Biol. Int.

Dr. V a s s Zoltán
SZOTE Rectori Hivatal

V a r g a Sándorné
DOTE Egészségügyi Szerv. I.

V á r a l j a i Tamás
SOTE Számítástechn. KI

V é g s ő László
SZKI

IX

V i c z e István
TOMEGYI

V ö r ö s Ferencné
SZKI

Dr. V ö r ö s Gábor
SZKI

W i t t m a n Imre
MTA SZTAKI

W o l f Tamás
MTA KFKI

Z s o h á r János
Műszeripari Kutató Intézet

Tartalomjegyzék

| Előadások | Oldal |
|--|-------|
| Balogh G., Götl Gy., Srajber B.: Információelméleti módszeren alapuló lényegkiemelési eljárás és klinikai adatbázis redukciója | 1 |
| Lengyel T.: A kanonikus korrelációanalízis alkalmazása szivkoszorúér megbetegedések előrejelzésére | 11 |
| Hajnal M., Pályi I., Székely Gy.: Daganatsejtek kromoszómáinak számítógépes osztályozása | 19 |
| Kuba A., Csernay L., Kovács A.: Transzmissziós computeres tomográfia szimulációjával szerzett tapasztalatok | 29 |
| B.Nagy A., Wolf T.: Módszer folytonos és bináris változókkal leírt minták osztályozására | 39 |
| Török A., Eller J.: Fázis- és állapotsik módszer alkalmazása az idegi akciós potenciál dinamikájának és membránáram komponenseinek meghatározására | 45 |
| Ivanyos L.: Bioelektromos jelsorozatok számítógépes modellezése | 53 |
| Magyar G., Kanyár B.: Közöséges differenciálegyenletekkel leírható modellek paramétereinek becslése | 59 |
| Deutsch T., Irinyi Gy.: A légzés kémiai szabályozásának számítógépes modellezése és szimulációja | 67 |
| Balás Éltés A., Tiba Marian: Orvosi döntési profilok vizsgálatá modellmódszerrel | 77 |
| Csáki P., Kutas T., Lovas L-né, Herodek S.: A Balaton ökológiai folyamatainak szimulációja | 87 |
| Keserü J., Sváb J., Eöry A.: Egy matematikai modell és a vonatkozó algoritmus sertéspopulációi állományserkezetének optimalizálására | 97 |

| | Oldal |
|--|-------|
| Csébfalvy Gy., Szilárd I., Tényi J.: Nemparaméteres statisztikai módszerek alkalmazása a kérdőíves cardiovascularis előszűrés adatainak számítógépes értékelésében | 109 |
| Buda J., Csébfalvy Gy.: Rendelőintézeti betegforgalom digitális szimulációja | 119 |
| Kecskés I-né: Párbeszédés lekérdező rendszer alkalmazása az egészségügyi adatszolgáltatási rendszerben | 129 |
| Szabó A., Bolyky J.: Orvosbiológiai mérésadatgyűjtő és feldolgozó eszközök a TPAi kisszámítógép és a CAMAC rendszer környezetében | 135 |
| Bak Judit, Halász P., Kundra Olga, Pál I., Rajna P., Vargha M.: Osztályozó algoritmusok programrendszerének alkalmazása alvásfázisok elkülönítésére | 143 |
| Farkas A.: Az állat és az ember viselkedése analóg valószínűségi tanulási helyzetben, számítógéppel levezetett pszichológiai kísérlet | 151 |
| Csernayné Somogyi K., Benedek Sz., Pasek B., Lehoczky A.: A GIN-S generálása R-10 számítógépen | 161 |
| Pasek B., Lehoczky A., Benedek Sz.: A GIN-S alaprendszere | 167 |
| Benedek Sz., Nagy F., Lehoczky A.: Felhasználható képtípusok a GIN-S utasításainak felépítésénél | 177 |
| Lehoczky A., Benedek Sz., Nagy F.: Szöveges leletek előállítás a GIN-S-ben | 187 |
| Nagy F., Benedek Sz.: A GIN-S betegfelvételi és elbocsátási alrendszerének megoldásáról | 195 |

| | Oldal |
|--|-------|
| Leposa D., Jávör A., Sülyi J.: Ápolási-gyógyítási folyamat számítógépes nyomonkövetésének kérdései | 203 |
| Vicze I., Sülyi J.: Egységes betegdokumentációs rendszer (EBDR) alapelvei és a kísérleti időszak tapasztalatai | 211 |
| Jávör A., Leposa D., Kuszenda S.: A gépi uton előállított kórházi zárójelentés | 219 |
| Kiss Erzsébet, Prajda V-né: Laboratóriumi alacsonyabbfokú rendszer szervezésének számítógépes rendszerterve | 223 |
| Pethő I., Sülyi J.: A kórház gazdasági alrendszerének rak-tári anyag-eszköz nyilvántartási és gazdálkodási modulja | 231 |
| Nagy Julia, Sülyi J.: Kórházgazdasági alrendszer bér- lét-számgazdálkodási modulja | 235 |
| Matievics I-né, Felkai B.: Operált szívbetegek ambuláns kontroll rendszere R-10-es számítógépen | 243 |
| Katkó I., Csukás A-né, Jánosi A., Gyárfás I.: Az Infarctus Regiszter működése számítógépes rendszerrel | 251 |
| Annus J., Huhn Edit, Zalányi S.: Számítógépes Járóbeteg-nyilvántartási rendszer (I) | 259 |
| Huhn Edit, Almási J., Tordai Margit, Annus J.: Számítógépes járóbeteg-nyilvántartási rendszer (II) | 263 |
| Ruda M.: Egy általános információs rendszer kórházi morbi-ditási adatok feldolgozására | 271 |
| Ratkó I.: Egy számítástechnikai eszköz bonyolult logikai ki-fejezések leírására orvosstatisztikai alkalmazások-ban | 279 |

XIII

| | Oldal |
|---|-------|
| T. Bogdanik, M. Warmus, W. Geraga, S. Ciechowicz, J. Zambrzycki: Application of computer techniques to the optimalization of cardiac insufficiency therapy | 287 |
| Naszlady A., Hajnal M., Téby A., Loványi I., Vaj- ta L.: Számítógépes videodenzitometria al- kalmazása a mellkasi diagnosztikában | 297 |
| Monos E., Hudetz A., Cox Robert H.: Artériák inkre- mentális rugalmassági tulajdonságainak válto- zása simaizom aktiválás hatására | 305 |
| Hudetz A., Monos E.: Az érfal nemlineáris viszkoelasz- tikus tulajdonságainak modellezése | 311 |
| Ghyczy K., B. Nagy A.: Betegek osztályozása cluster a- nalizissel, személyiség-kérdőív alapján | 319 |
| Bodó M., Tóth J., Pásztor A., Tomka I., Pásztor E.: Az EEG-ből Fourier analizissel nyert adatok to- vábbi feldolgozása | 325 |
| V.V. Shakin, Görög Veronika, Hajdu Katalin: Az epikar- dium kvantitativ leírása | 337 |
| Kerekasztal-megbeszélés | 347 |

XIV

Megnyitó

Muszka Dániel az NJSZT Csongrád megyei Szervezetének titkára

Tisztelt elnökség, tisztelt vendégeink!

Ismét eljött az év december havának első hete, ismét össze-jöttünk, ez alkalommal már sorrendben a 8. Neumann kollokvium programját kezdjük meg. E program - mint Önök a füzetből láthatják - 45 előadást és egy kerekasztal megbeszélést tartalmaz.

Kollokviumunk "törzsgárdája" (ma már nyugodtan beszélhetünk ennek létezéséről), és mindazok számára, akik figyelemmel kísérik e rendezvény-sorozat sorsát, fejlődését, bizonyára feltűnt, hogy az ez évi program mind terjedelmében, mind pedig szerkezetében kissé eltér az előzőektől: a munka nem szekciókban fog folyni, a programba felvett előadások száma némileg csökkent, és ismét szerveztünk kerekasztal-megbeszélést.

Ugy véljük, hogy nem lesz érdektelen, ha röviden rávilágítunk arra, milyen körülmények játszottak szerepet ezen változtatásokban.

Őszintén szólva a szervezőbizottság meglehetősen aggódott az ez év októberében megrendezett IV. Országos Orvostechikai Konferencia és Kiállítás előre nem becsülhető, de feltételezhető elszívó hatása miatt.

Csalódásunk kettős és kellemes volt: egyrészt a bejelentett előadások száma az átlagos szintet mutatta, másrészt az Orvostechikai Konferencia számítástechnikai szekciója - amelynek munkájában többen is részt vettünk - tulnyomórészt külföldi szerzők előadásait tartalmazta és tematikája erősen az orvostechikai alkalmazásokra irányult. Így nyugodtan elmondhatjuk, hogy a Konferencia lényegileg nem gyakorolt negatív hatást a 8. Neumann-kollokviumra. Talán a jelentkezett résztvevők számának csökkenésén vehető észre, hogy az egyes egészségügyi intézmények belföldi kongresszusokon való részvételt finanszírozó költségvetési rovata nem túlméretezett...

A szervezőbizottság ismételten úgy döntött, hogy megtartja a kollokvium nyíltságát, azaz továbbra is igyekszik publicitást biztosítani a kezdő szakemberek számára is. A mércét azonban kissé magasabb-

ra állítottuk, és ezt fogjuk tenni a jövőben is. Ugy gondoljuk, hogy mindannyiunk közös érdeke megkívánja, és az objektív körülmények alakulása lehetővé teszik a kollokvium szakmai színvonalának állandó emelését. Törekednünk kell erre még akkor is, ha az elfogadott előadások száma és a kiadványaink, a kollokviumi kötetek vastagsága jelentősen csökken.

Valószínűleg Önök közül sokan emlékeznek az első években megrendezett kerekasztal-megbeszélések szenvedélyes vitáira, amelyek a számítástechnika orvosi alkalmazásai körül zajlottak. Bár e viták - ma már nyugodt lélekkel állíthatjuk - jelentős szerepet játszottak annak a viharos fejlődésnek az elindításában, amelynek tanúi voltunk és vagyunk, abban az időben a számítástechnika orvosi (kutatási és betegellátási) felhasználását illető vágyak, tervek és az objektív lehetőségek aránya miatt a kerekasztal-megbeszélések nem váltak, nem is válhattak konstruktív eszközé, és egyre inkább "panasznap" jelleget kezdtek ölteni. Ezt felismerve döntött úgy a szervezőbizottság, hogy a kollokvium programjába majd akkor fog ismét kerekasztalt szervezni, ha a már meglévő eredmények alapján a megbeszélés konstruktivitása biztosítva látszik.

Ehhez érkeztünk el most.

Nem állítjuk és nem is állíthatjuk, hogy a számítástechnikai módszereknek az orvosi, egészségügyi alkalmazásai területén mostmár minden nagyon szép, minden nagyon jó. Tapasztalataink és információink vannak még mindig sok-sok - objektív és szubjektív - nehézséget illetően, azonban ezek ellenére ma már elmondhatjuk, és a példák sorával igazolhatjuk, hogy a fejlődés igen intenzív szakaszt éljük. Az Egészségügyi Minisztérium számítástechnikai fejlesztési koncepciója, a tervek következetes végrehajtása, a mintarendszerek létrehozására irányuló törekvések, és itt ezen a fórumon megismert, nagyszámu és igen jelentősnek minősíthető helyi kezdeményezés mind erre utalnak.

Azoktól, akik most úgy gondolják, hogy túl optimistán ítéljük meg a helyzetet, elnézést kell kérnünk: mi itt Szegeden és Csongrád megyében a számítástechnikai anyagi és szellemi erőforrások tekintetében valóban jobban állunk, mint az országos átlag. Ez tény, azonban meg kell mondanunk, hogy optimizmusunkat mégis más motiválja: a Magyar Szocialista Munkáspárt Csongrád megyei Bizottsága által 1976. elején létrehozott, társadalmi jellegű Megyei

Számítástechnikai Koordinációs Bizottság orvosegészségügyi csoportja felmérte a megye egészségügyi intézményeinek számítástechnikai ellátottságát és alkalmazási igényeit. E felmérés során, valamint ezen intézmények vezetői számára rendezett ankéton szerzett tapasztalatok az alapjai derülátásunknak. Ezen a területen találkoztunk a számítástechnika iránti legnagyobb affinitással, az igények - tájékozottságon alapuló - szabatos megfogalmazásával és a lehetőségek maximális kihasználására való törekvéssel.

Ezt rendkívüli jelentőségűnek kell minősítenünk, olyan mutatónak, amely az egészségügy területén a számítástechnikai kultúra elterjedésének egy magasabb szintjét jelzi. Nem hisszük, hogy túl merészen extrapolálunk, ha feltételezzük, hogy ugyanezt tapasztalhatnánk az ország bármely részén egy - a Csongrád megyeihez hasonló - társadalmi akció során.

Ugy véljük, hogy e fejlődéshez - a maga eszközeivel, szerény mértékben - a mi kollokvium-sorozatunk és kiadványaink is hozzájárultak, és erre mindannyian büszkék lehetünk.

Mint Önök előtt ismeretes, a szegedi Neumann-kollokviumokat az NJSZT Csongrád megyei Szervezete és a Társaság Orvosbiológiai Szakosztálya közösen rendezi, a kiadványok létrehozásában a JATE Kibernetikai Laboratóriuma vállal döntő szerepet.

Az együttműködés mind ez ideig példásan jónak minősíthető, és - úgy gondoljuk - termékeny is. Az idén első alkalommal - a Kibernetikai Laboratórium közreműködése és segítsége révén - a résztvevők kezébe tudtuk adni az előadáskivonatokat tartalmazó füzetet. Ezt a jövőben is gyakorlattá kívánjuk tenni. Állandó kiállítónk, a Műszeripari Kutató Intézet most is bemutatja legújabb termékeit. Első ízben jelent meg kollokviumunkon a VIDEOTON Számítástechnikai Gyár: a Szegedi Orvostudományi Egyetem R-10 gépéhez kapcsolt display-terminált mutat be üzem közben.

Megtekinthetik az előcsarnokban a Művelt Nép és a Statisztikai Kiadó - árusítással egybekötött - szakkönyvkiállítását.

Mind a kiállításokat, mind pedig a bemutatót szíves figyelmükbe ajánljuk.

A rendezőbizottság nevében köszöntöm belföldi és külföldi vendégeinket és jó munkát kívánva a 8. Neumann kollokviumot megnyitom.

KSH Államigazgatási Számítógépes Szolgálat

Információelméleti módszeren alapuló lényegkiemelési eljárás és klinikai adatbázis redukciója

Balogh Gábor, Götl Győző és Srajber Benedek

Bevezetés

Az orvostudomány és a pszichológia gyakran használt vizsgálati eszközei a tesztek, amelyekkel a vizsgált tényezők vagy tényezőcsoportok egymásrahatásának mértékére, illetve fontosságuk sorrendjére vonhatunk le következtetéseket. Mivel azonban a tesztek kiértékelése során fellépő valószínűségi változók értékkészletei (azaz a kérdésekre adható válaszok) rendezetlen, diszkrét halmazok, ezért a statisztika klasszikus módszerei (korrelációszámítás, regresszióanalízis stb.) csak igen korlátozottan alkalmazhatók. A rendezetlen halmazokat rendezettekre leképezve ugyanis korrelációs vizsgálatokkal csak a lineáris függés erősségét mérhetjük. (Az eredmény természetesen a leképezéstől is függ.)

E problémák megoldására születtek meg a statisztika újabb fejezetei és az alakfelismerés statisztikus módszerei: lényegkiemelés, hierarchikus- és szekvenciális Cluster-analízis stb.

Az általunk használt információs mérték diszkrét valószínűségi változók egymástól való függése tényleges nagyságának meghatározására szolgál. Mivel ennek kiszámításához csak a változók együttes eloszlását leíró ún. kontingencia-táblázat szükséges, emiatt attól is független, hogy a változókat nominális-, ordinális-, intervallum- vagy arányskálával jellemezzük. Az információs mérték képezi az alapját adatbázis-redukciós algoritmusunknak is.

1. Információs mérték

Legyen Z tetszőleges diszkrét, véges értékkészletű

$$p_i = p(Z = z_i) \quad /i = 1, \dots, n/ \text{ eloszlásu}$$

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1$$

valószínűségi változó. Ekkor Z kimenetelének bizonytalanságát entrópiája, azaz a

$$H(Z) = \sum_{i=1}^n p_i \log \frac{1}{p_i} \quad \text{mennyiség méri.}$$

Ha Z vektorváltozó, azaz $Z = (X, Y)$, ahol X és Y valószínűségi változók, akkor (a Jensen-egyenlőtlenség alkalmazásával) a

$$H(Z) = H(X, Y) \leq H(X) + H(Y)$$

egyenlőtlenséghez jutunk. Az egyenlőség csak X és Y függetlensége esetén teljesül /lásd (3)/.

Az egyenlőtlenség két oldala közti különbséget kölcsönös információnak nevezzük és $I(X, Y)$ -nal jelöljük. Az elnevezést az indokolja, hogy az X változó éppen $I(X, Y)$ bit információt tartalmaz az Y -ra vonatkozóan (és ugyanennyit tartalmaz Y az X -re nézve).

Tehát az $I(X, Y) = H(X) + H(Y) - H(X, Y)$ bevezetésével az $I(X, Y) \geq 0$. Ismeretes, hogy $I(X, Y) \leq H(Y)$ ill. $I(X, Y) \leq H(X)$ is fennáll, továbbá pl. az $I(X, Y) \leq H(X)$ -ben pontosan akkor van egyenlőség, ha X az Y függvénye.

Következésképpen az $i(X, Y) = \frac{I(X, Y)}{H(X)}$ formulával meghatározott mennyiségre $0 \leq i(X, Y) \leq 1$, $i(X, Y) = 1$ akkor és csak akkor, ha X függvénye Y -nak. Így $i(X, Y)$ olyan nem-szimmetrikus mennyiség, mely X -nek Y -tól való függését méri, származtatása alapján információs mértéknek nevezzük.

Természetesen, két valószínűségi változó kapcsolatának részletesebb vizsgálatánál nem lehet elegendő csupán az információs mérték és a korrelációs értékének meghatározása. Ezek ugyanis csak a két változó globális kapcsolatát jellemzik. Azt, hogy az X változó egy konkrét kimenetele milyen mértékben határozza meg Y -t, az $i(Y, X=x_i)$ parciális információs mérték mutatja meg:

$$i(Y, X=x_i) = \frac{H(Y) - H(Y, X=x_i)}{H(Y)}$$

Könnyen belátható, hogy

$$i(Y, X) = \sum_{j=1}^n p(X=x_j) \cdot i(Y, X=x_j) \text{ és } 1 - \frac{\log k}{H(Y)} \leq i(Y, X=x_j) \leq 1.$$

Ha $i(Y, X=x_j) = 1$, akkor az $X=x_j$ kimenetel teljes mértékben meghatározza Y kimenetelét, ha $i(Y, X=x_j) = 0$, akkor bizonytalanságunk változatlan marad, ha pedig negatív, akkor a szóban forgó megfigyelés növeli bizonytalanságunkat.

Legyenek most X_i -k $/i = 1, \dots, k/$ és Y valószínűségi változók.

Igazolható, hogy

$$\begin{aligned} I(Y, X_1, \dots, X_k) - I(Y, X_1, \dots, X_{k-1}) &= \\ &= I(X_k, X_1, \dots, X_{k-1}, Y) - I(X_k, X_1, \dots, X_{k-1}), \end{aligned} \quad /1/$$

amely azt mutatja, hogy X_k kihagyásával Y -ról annyi információt veszünk, amennyit X_k -ről nyerhetünk Y megismerése által. Az előző egyenlőség segítségével kapható az

$$i(Y, X_1, X_2) \geq i(Y, X_1) + i(Y, X_2) - \frac{I(X_1, X_2)}{H(Y)}$$

egyenlőtlenség. Egyenlőség akkor és csak akkor van, ha

$$i(X_2, Y, X_1) = i(X_2, Y),$$

ami azzal ekvivalens, hogy " X_1 és X_2 független Y bármely kimenete esetén". (Megjegyezzük, hogy ennek semmi kapcsolata a valószínűségi változók között értelmezett függetlenség fogalmával, amint azt Lee (2) munkájában feltételezte.) Így független valószínűségi változók esetén is csak az $i(Y, X_1, X_2) \geq i(Y, X_1) + i(Y, X_2)$ egyenlőtlenség igaz.

Az információs mérték közelítésével és a közelítés szignifikanciájának vizsgálatával az (1) tanulmány foglalkozik. Ezeket a problémákat a következőképpen foglalhatjuk össze:

Jelöljük két valószínűségi változó információs mértékének elméleti értékét $i(Y, X)$ -szel, gyakorlati meghatározására N számú kísérletet végzünk. Azaz N elemű mintapopuláció alapján meghatározzuk az (Y, X) tapasztalati eloszlásfüggvényét és ennek segítségével kiszámítjuk az ehhez a mintakollekcióhoz tartozó tapasztalati információs mértéket,

$$i_{\text{tap}}^N(Y, X) \text{ -et.}$$

Belátható, hogy a mintaanyag nagyságának növekedésével a tapasztalati információs mérték sztochasztikusan konvergál az információs mérték elméleti értékéhez.

II. Adatredukciós algoritmusunk elméleti megfontolása

Az előző fejezetben megtárgyaltuk az információs mérték tulajdonságait és utaltunk becslésének módjára is. Ebben a részben rámutatunk az információs mérték fontosságára a lényegkiemelő és adatredukciós módszerek egy osztályában.

Az Y és az X , véges számú diszkrét értéket felvevő valószínűségi változók függetlenségét vizsgáljuk.

Null-hipotézisünk H_0 : Y és X függetlenek,

ellen-hipotézisünk H_e : nem-függetlenek

$$\{p(Y_i) \cdot p(x_i)\} \quad \text{illetve} \quad \{p(Y_i, x_i)\} \quad \text{eloszlással.}$$

Döntés céljából n számú független megfigyelést végzünk. Egy megfigyeléssorozat eredményét az

$$u = (Y_{i_1}, x_{i_1}, Y_{i_2}, x_{i_2}, \dots, Y_{i_n}, x_{i_n})$$

jellemzi. A megfigyelések függetlensége miatt természetesen:

$$p^n(u | H_0) = \prod_{k=1}^n p(Y_{i_k}) \cdot p(x_{i_k}) \quad \text{ill.} \quad p^n(u | H_e) = \prod_{k=1}^n p(Y_{i_k}, x_{i_k}).$$

Jelöljük az n megfigyelés összes lehetséges kimeneteleinek halmazát R -rel és legyen E (elfogadási tartomány) R -nek egy részhalmaza.

Induljunk ki abból az elvből, hogy $u \in E$ esetén H_0 , $u \notin E$ esetén pedig H_e javára döntünk. Célunk akkor az E halmaz olyan meghatározása, hogy a helytelen döntésből eredő hiba minél kisebb legyen. Tehát olyan E halmazt keresünk, melynél az elsőfajú

$$p^n(E^c | H_0) = \sum_{u | u \notin E} p^n(u | H_0),$$

ill. a másodfajú

$$p^n(E | H_e) = \sum_{u | u \in E} p^n(u | H_e)$$

hibák minimálisak. Mivel ezek változása ellentétes irányultságú, azért minimumuk egyszerre nem valósítható meg. Ehelyett - rögzített esetén - vizsgálhatjuk a következő kifejezés n -től való függését:

$$\chi(n) = \inf p^n(E | H_e),$$

$E: ECR$ és

$$p^n(E | H_0) \geq 1 - \beta$$

azaz azt, hogy az elsőfajú hiba valószínűségét szignifikancia-szinten tartva hogyan függ a minimális másodfajú hiba valószínűsége a mintaadatanyag nagyságától. Erre vonatkozik a Chernofftól származó tétel (6):

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \cdot \log(n) = -I(Y, X).$$

Tehát, az elsőfajú hiba valószínűségét szignifikancia-szinten tartva a másodfajú hiba valószínűsége a mintaszám növelésével exponenciálisan csökkenthető. A csökkenés mértékét az $I(Y, X)$ kölcsönös információ határozza meg. Így, ha X vektorváltozó, azaz $X = (X_1, \dots, X_s)$, akkor adatredukálás céljából azon X_{r_1}, \dots, X_{r_m} változók kiválasztása kívánatos, melyekre az $I(Y, X_{r_1}, \dots, X_{r_m})$ kölcsönös információ és ebből következően az $i(Y, X_{r_1}, \dots, X_{r_m})$ információs mérték maximális.

III. Adatredukciós algoritmus

A feladat azon minimális számú X_{r_1}, \dots, X_{r_m} változóknak az X_1, \dots, X_s változók közül történő kiválasztása, amelyek Y -ról az összes változó által nyerhető információnak "elég nagy részét" tartalmazzák. Pontosabban: keressük azokat az X_{r_1}, \dots, X_{r_m} változókat, amelyekre

$$\left\{ X_{r_j} \right\}_{j=1}^m \subset \left\{ X_i \right\}_{i=1}^s \quad \text{és}$$

$i(Y, X_{r_1}, \dots, X_{r_m}) \geq (1 - \varepsilon) \cdot i(Y, X_1, \dots, X_s)$ feltételek mellett m értéke minimális.

A feladat egzakt megoldhatóságának két fő akadálya van:

- 1.) $i(Y, X_1, \dots, X_s)$ gyakorlatilag kiszámíthatatlan, értékét csak becsülni lehet.
- 2.) Az összes lehetséges változó-kombinációk leszámlálása gyakorlatilag elvégezhetetlen.

Ezen okok miatt nem is várható, hogy létezik optimális megoldáshoz vezető, gyors algoritmus. A következőkben leírt "ad hoc" módszer célja ezért nem az optimális, hanem egy ahhoz nagy valószínűséggel közel eső megoldás keresése.

Iterációs algoritmusunk lépései:

- 1.) Kiválasztjuk az $i(Y, X_{r_1}) = \max_{1 \leq j \leq s} i(Y, X_j)$ feltételnek eleget tevő X_{r_1} -et.
- 2.) Meghatározzuk az $i(Y, X_{r_1}, X_{r_2}) = \max_{\substack{1 \leq j \leq s \\ j \neq r_1}} i(Y, X_{r_1}, X_j)$ feltételt kielégítő X_{r_2} -t.
- ...
- k.) Az előző lépésekben meghatározott $X_{r_1}, \dots, X_{r_{k-1}}$ változókat rögzítve

meghatározzuk azt az újabb X_{r_k} változót, amelyre

$$i(Y, X_{r_1}, \dots, X_{r_k}) = \max_{\substack{1 \leq j \leq s \\ i \neq r_q / q = 1, \dots, k-1}} i(Y, X_{r_1}, \dots, X_{r_{k-1}}, X_j) \quad /2/$$

teljesül. Természetesen az információs mérték értékét az 1. részben leírtak alapján tapasztalati értékével közelítjük.

A befejezhetőség kritériumai a következők:

- A kiválasztott változók által Y -ról nyert információ eléggé megközelíti-e az összes kapható információt?
- Feltételezhető-e, hogy újabb változó kiválasztásával még további szignifikáns mennyiségű információt nyerünk?

Az algoritmus számítógépes realizálásával kapcsolatban szükségesnek tartjuk megjegyezni a következőket:

a.) A lépésenkénti számolás mennyisége a lépésszám növekedésével exponenciálisan nő, ezért a kiválasztható változók száma elsősorban a mintaanyag nagyságától és a feldolgozó számítógép paramétereitől függ.

b.) Az /1/ összefüggés figyelembevétele alapján az algoritmus-sal kiválasztott változók egymástól csak kevésbé függhetnek, mivel módszerünk csak akkor választ ki egy, az előzőktől erősen függő változót, ha másképpen nem kaphatnánk Y -ról legalább ugyanannyi információt.

c.) A megoldhatóság nehézségei miatt a befejezést eldöntő vizsgálatokat függvény approximációs módszerekkel végezhetjük el.

d.) Az algoritmus részletes leírása és FORTRAN programja az ÁSZSZ Honeywell 66/60-as gépének programkönyvtárában az érdeklődők rendelkezésére áll. A program próbafeladaton sikeresen lefutott. Nagyméretű mintaanyagon kipróbálása folyamatban van.

IV. Klinikai adatbázis redukciója, differenciál-diagnózis és prognózis

A diagnosztikai folyamat végrehajtása közben az orvos rendszert szembetalálja magát a nehézséggel, hogy a nagy számosságú evidencia halmaz nehezen kezelhető vagy egyszerűen áttekinthetetlen számára. Ebből a tényből hármas probléma adódik:

a.) Az evidencia halmaz elemeinek feltétlen szükséges redukciója

Ezt megoldhatjuk oly módon, hogy a III. pontban ismertetett algoritmus /2/ képletébe Y -nak az $Y = (X_1, \dots, X_s)$ valószínűségi vektorváltozót választjuk, ahol X_i -k ($i=1, \dots, s$) mint valószínűségi változók, a beteg adatainak felelnek meg. Az eredmény: a betegre vonatkozó tényezők számának csökkenése oly módon, hogy a redukált tényezők halmaza közel azonos információ-mennyiséget tartalmaz, mint a kiindulásul vett tényezők együttesen.

b.) A differenciál-diagnózis megállapításához szükséges legszűkebb evidencia halmaz megállapítása

Ha egy klinikai adatbázis esetén a /2/ képletben Y a szóba jövő betegség-osztályokat reprezentálja, akkor az ismertetett adatredukciós eljárás az összes vizsgált tényező közül azon minimális számú "közel független" tényező kiválasztását eredményezi, amely elegendő információt tartalmaz a betegség-osztályok valószínűsítéséhez. Kevés számú tényező esetén most már a betegek betegség-osztályba sorolásához a jól ismert Bayes-féle differenciál-diagnosztikai modellel (9) vagy más módszerekkel is könnyebben eljuthatunk.

c.) A beteg prognózisához (pl. túlélések valószínűsítése) szükséges legszűkebb halmaz meghatározása

Ha a /2/ képletben Y - mint valószínűségi változó - valamely betegség összes lehetséges kimeneteleit, X_i -k / $i=1, \dots, s$ / pedig a kimenetelt befolyásoló összes szóba jöhető tényezőt reprezentálják, az eredmény b.)-hez (adatredukció és osztályba sorolás) hasonlóan a kívánt redukált halmaz és a megfelelő kimeneteli kategóriába való besorolás.

Irodalom

- (1) Andor Cs., Mérő L.: Kölcsönös információ alkalmazása két vagy több változó kapcsolatának meghatározására. MRT TCI közl.
- (2) R.Char-Tung Lee: Application of Information Theory to Relevant Variables. Math.Biosci. 11,153-161 (1971)
- (3) Csiszár I., Fritz J.: Információelmélet, 1970.
- (4) Fritz J.: Bevezetés az információelméletbe (Tankönyvkiadó)
- (5) J.Kryspin, A.M.Norwich: Use of Information Theory in Analysis of Medical Data. 1972 IEEE Conference on Inf. Theory, Asilomar, California.
- (6) S.Kullback: Information Theory and Statistics. Wiley, 1959.
- (7) W.S.Meisel: Computer-oriented Approaches to Pattern Recognition. Acad. Press, New York, 1972.
- (8) J.M. Mendel, K.S.Fu: (szerk) Adaptive, Learning and Pattern Recognition System. Acad. Press, 1970.
- (9) L.G. Withby, W.Lutz: Principles and Practice of Medical Computing.

MTA SZTAKI

A kanonikus korrelációanalízis alkalmazása szívkoszorúér meg-
betegedések előrejelzésére

Lengyel Tamás

1. Bevezetés

A kanonikus korrelációanalízis alkalmazásának egy olyan lehetőségére szeretném ráirányítani a figyelmet, melynek segítségével bonyolult jelenségek időbeni lezajlására lehet következtetni.

Speciálisan szívkoszorúér megbetegedések előrejelzésére alkalmaztuk a módszert.

A vizsgálati adatokat az Országos Kardiológiai Intézettől kaptuk. Három községben, 5 évenként, összesen 3 alkalommal 1082 ember egészségi állapotára jellemző adatokat, dohányzási szokásokat regisztráltak.

Abból indultunk ki, hogy ezek az adatok sok információt tartalmazhatnak nemcsak az aktuális egészségi állapotról, hanem annak közeljövőben várható alakulásáról is. Ennek megfelelően a különböző alkalmakkor mért adatok közötti összefüggésre voltunk kíváncsiak, valamint arra, hogyan lehet ezt az összefüggést felhasználni egyiküknek a másikkal történő becslése céljából. Az ilyen feladatokat a kanonikus korrelációanalízis segítségével lehet megoldani.

Ez a módszer az ilyen jellegű vizsgálatok körében újszerű. Rövid idősorok esetében várható, hogy a szóban forgó módszer a vizsgálati adatok analízisének hatékony segédeszköze lesz.

Az előadásban először ismertetem a kanonikus korrelációanalízis elvét, majd a konkrét példán bemutatom alkalmazását. Megjegyzem, hogy kevés értékelhető adat állt rendelkezésre, s ezért bizonyos egyszerűsítésekre kényszerültem. A módszer további finomítására is van lehetőség.

2. A kanonikus korrelációanalízis

A továbbiakban jelölje U_1 és U_2 azt a két valószínűségi változót (vektorváltozót), amelyek közötti kapcsolatot szeretnénk vizsgálni. Tegyük fel, hogy az összes komponensünk sztandardizált, azaz várható értékük nullával, szórásuk eggyel egyenlő. Jelölje $\text{cov}(\xi, \eta)$ a ξ és η valószínűségi vektorváltozók kovariancia-mátrixát, azaz az (i, j) -edik eleme $\text{cov}(\xi_i, \eta_j)$ -vel egyenlő, ahol ξ_i a ξ változó i . komponense. Legyen $\sum_{ij} = \text{cov}(U_i, U_j)$ ($i, j = 1, 2$). A feltételek miatt most a kovariancia- és a korrelációmátrix megegyezik. Ha az U_1 q -dimenziós, az U_2 $(p-q)$ -dimenziós valószínűségi vektorváltozó / $p > q > 0$ egészek/, akkor tegyük fel, hogy $\text{rang}(\sum_{11}) = q$, $\text{rang}(\sum_{22}) = p-q$. Jelölje $m := \min\{q, p-q\}$, $k := \text{rang}(\sum_{12})$, A' illetve A^{-1} az A mátrix transzponáltját, illetve inverzét.

2.1. Két egydimenziós valószínűségi változó közötti összefüggés mérésének egy általánosan használt mérőszáma a korrelációs együttható. Ismeretes, hogy a két változó egymásra vonatkoztatott regressziós egyenesének az együtthatója és a korrelációs együttható között milyen kapcsolat van. Jelölje r az U_1 és U_2 korrelációs együtthatóját. Ekkor: $\hat{U}_2 = rU_1$ a regressziós egyenes, és $E(U_2 - \hat{U}_2)^2 = 1 - r^2$, amit úgy is mondhatunk, hogy az U_2 szórásnégyzetéből (vagy röviden U_2 -ből) r^2 -nyit magyaráz az U_1 változó.

2.2. Ugyancsak közismert mérőszám az egydimenziós és a többdimenziós valószínűségi változók közötti kapcsolat mérésére az ún. többszörös korreláció. Ez a regresszióanalízisben éppen az U_2 egydimenziós változónak és az U_1 vektorváltozó lineáris függvényével való legkisebb négyzetes becslésének (\hat{U}_2) a korrelációs együtthatója ($R_{U_2 \cdot U_1}$). A többszörös korreláció ugyanakkor a maximális korreláció az U_1 és U_2 lineáris függvényei között. Most

$$E(U_2 - \hat{U}_2)^2 = 1 - R_{U_2 \cdot U_1}^2.$$

Tehát U_2 -ből $R_{U_2}^2 \cdot U_1$ -nyit magyaráz az U_1 .

2.3. Általában is: az U_1 q -dimenziós és az U_2 $p-q$ dimenziós valószínűségi vektorváltozók közötti kapcsolatot jellemezhetjük a lineáris függvényeik közötti maximális korrelációval. Ezt a számot nevezzük a két változó kanonikus korrelációjának. A fentiekből látható, hogy ez a korrelációs együtttható fogalmának általánosítása. Analitikus úton bevezethetünk $m = \min \{q, p-q\}$ darab kanonikus korrelációs együttthatót, illetve faktort. Ennek segítségével lehetőség van áttérni egy olyan koordinátarendszerre (vagy más szóval faktortérre), amelyben az U_1 és az U_2 komponensei korrelálatlanok, kivéve U_1 és U_2 ugyanolyan sorszámú koordinátáit, amelyek viszont "jól" korreláltak. Ebben a térben az U_1 -nek az i . komponenséből az U_2 éppen annyit magyaráz, amennyit az i . koordinátája.

A két változó első kanonikus korrelációja alatt a következő értéket értjük:

$$\begin{aligned} \rho_1 &:= \max_{L_1 \in R^q, M_1 \in R^{p-q}} r(L_1' U_1, M_1' U_2), \\ D^2(L_1' U_1) &= D^2(M_1' U_2) = 1 \end{aligned}$$

ahol $r(\xi, \eta)$ a ξ és η egydimenziós valószínűségi változók korrelációs együttthatóját, míg $D^2(\xi)$ a ξ szórásnégyzetét jelöli. Nyilván

$$D^2(L_1' U_1) = L_1' \sum_{11} L_1 = D^2(M_1' U_2) = M_1' \sum_{22} M_1 = 1.$$

Könnyen látható, hogy a fenti maximumot elérjük. $L_1' U_1$ -et az első baloldali, $M_1' U_2$ -öt az első jobboldali kanonikus faktornak nevezzük.

Az i . kanonikus korrelációt ($1 < i \leq m$), illetve (bal- és jobboldali) faktorokat a következőképpen definiáljuk:

$$\begin{aligned} \rho_i &:= \max_{\substack{L_i \in R^q, M_i \in R^{p-q} \\ D^2(L_i' U_1) = D^2(M_i' U_2) = 1 \\ \text{cov}(L_i' U_1, L_j' U_1) = \text{cov}(M_i' U_2, M_j' U_2) = 0, \quad 1 \leq j < i}} r(L_i' U_1, M_i' U_2) \end{aligned}$$

A Lagrange multiplikátoros eljárással adódik, hogy:

$$\begin{aligned} \left(\sum_{21} \sum_{11}^{-1} \sum_{12} - \rho_i^2 \sum_{22} \right) M_i &= 0 \quad \text{és} \\ \sum_{12} \sum_{22}^{-1} \sum_{21} - \rho_i^2 \sum_{11} L_i &= 0 \quad (1 \leq i \leq m) . \end{aligned}$$

Belátható, hogy $\rho_i = 0$, ha $k < i \leq m$ és

$$\text{cov}(L_i' U_1, M_j' U_2) = \rho_i \delta_{ij} \quad (i, j = 1, 2, \dots, m),$$

ahol δ_{ij} a Kronecker-delta.

Jelölje L illetve M az m darab baloldali, illetve jobboldali kanonikus együtthatóból, mint oszlopvektorból összeállított mátrixot, Λ az m kanonikus korrelációból összeállított diagonális mátrixot.

Tegyük fel, hogy $p = 2q$ és $k = m (=q)$. Nyilván $M' U_2$ komponenseinek az $\{L_1' U_1, L_2' U_1, \dots, L_k' U_1\}$ baloldali kanonikus faktorokra vonatkozó legkisebb négyzetes becslésére (azaz regressziós síkjára) soronként értve a következő adódik:

$$\hat{M}' U_2 = \Lambda L' U_1 . \quad /1/$$

Könnyen belátható, hogy az U_2 eredeti komponenseinek legkisebb négyzetes becslésére az előbbi koordináta-rendszerben (soronként értve):

$$\hat{U}_2 = M'^{-1} \Lambda L' U_1 . \quad /2/$$

Tehát a kanonikus korrelációanalízis segítségével U_2 -re egyszerűen adódik a legkisebb négyzetes regressziós közelítés a fent említett faktortérben.

A 2.1. és a 2.2. pontban láttuk, hogy milyen szoros kapcsolat van a szórásmagyarázat és a változók összefüggését mérő korreláció között. A szórásmagyarázat általánosításával az összefüggés mérésének általánosításához juthatunk. Két valószínűségi vektorváltozó közötti kapcsolat nagyságának a mértékét azzal a két számmal jellemezhetjük, amely azt mutatja, hogy az egyik változó a másik összszórásnégyzetéből átlagosan mennyit magyaráz a legkisebb négyzetes becslések révén

$$(R_{U_2 \cdot U_1} \text{ és } R_{U_1 \cdot U_2}) .$$

Attól függően, hogy az U_2 -t és az U_1 -et milyen koordinátarendszerben írjuk fel, ezek a számok különböző értéket vehetnek fel. Ezek után az U_2 és U_1 változók közötti összefüggést kétféleképpen jellemezhetjük:

a.) az $M'U_2$ és $L'U_1$ változók közötti összefüggéssel, azaz a kanonikus faktorok terében. Mivel itt /1/ szerint $\hat{M'U_2} = \Lambda L'U_1$ és hasonlóan $\hat{L'U_1} = \Lambda M'U_2$, így:

$$\rho^2 = R_{U_2 \cdot U_1} = R_{U_1 \cdot U_2} = \frac{1}{k} \cdot \sum_{i=1}^k \rho_i^2 \quad \text{(Cramer mérték: (1))}$$

b.) az U_1 és $M'U_2$, illetve az U_2 és $L'U_1$ változók közötti összefüggéssel (Cooley-Lohnes-féle szórásmagyarázat: (2)). Ekkor /2/ szerint

$$\hat{U}_2 = M'^{-1} \Lambda L'U_1$$

és általában

$$R_{U_2 \cdot U_1} \neq R_{U_1 \cdot U_2} .$$

3. A feladat konkrét megoldása

Jelölje U_1 egy vizsgált személy adataiból alkotott valószínűségi vektorváltozót és U_2 ugyanezen személy, ugyanezen változókra vonatkozó 5 év múlva mért adatait. Az a feladat, hogy az U_1 és U_2 közötti kapcsolat mértékét meghatározzuk és azt U_2 -nek az U_1 -gyel való becslésére felhasználjuk.

Kiválasztottuk a következő 6 változót: Broka index, systoles és diastoles vérnyomás, vitalkapacitás, serum koleszterin, body mass index. Az ismert egyéb adatok segítségével szétválasztottuk a végig egészséges (EEE, 209 db), az első vizsgálatnál már beteg (B, 28 db), illetve a második vizsgálatra megbetegedett (EB, 17 db) személyeket. Ellenőriztük, hogy a kiválasztott változók alapján is szétválaszthatók-e az egészséges és beteg személyek diszkriminancia analízis segítségével. Elsőfajú hibának (h_1) az egészségesek, másodfajúnak (h_2) a betegek hibás klaszifikációjának a relatív gyakoriságát nevezzük. Azt kaptuk, hogy $h_1 = 0,30$, $h_2 = 0,31$. Az EEE-re, az EB-re, valamint egyesített halmazukra végrehajtottuk a kanonikus analízist (itt U_1 az első, U_2 a második vizsgálat adatait jelöli, segítségükkel becsüljük a \sum_{ij} kovarianciamátrixokat). Megállapítottuk, hogy az egészségesek beteggé válása során (EB) nagyobb az összefüggés U_1 és U_2 között, mint akkor, amikor végig egészségesek maradnak (EEE).

| | /2/ szerint (b) | | /1/ szerint (a) |
|-----------|---------------------|---------------------|--------------------|
| | $R_{U_1 \cdot U_2}$ | $R_{U_2 \cdot U_1}$ | φ (Cramer) |
| EEE | 0.574 | 0.570 | 0.727 |
| EB | 0.734 | 0.735 | 0.815 |
| EEE és EB | 0.579 | 0.573 | 0.730 |

Mindhárom esetben elkészítettük az \hat{U}_2 becsléseket a /2/ szerint. A diszkriminátor függvények segítségével osztályoztuk ezeket. Azt kaptuk, hogy a harmadik regresszió adja a legkisebb összhibát.

| Regresszió /2/ szerint | hiba | |
|---------------------------|----------|-----------|
| | elsőfajú | másodfajú |
| EEE | 0.25 | 0.35 |
| EB | 0.93 | 0.06 |
| EEE és EB | 0.24 | 0.35 |

Tehát eredményeink igazolják, hogy ezzel a módszerrel nemcsak kimutatható az összefüggés az aktuális és a várható állapot között, hanem ez regresszió- és diszkriminancia analízis segítségével a következtetések levonására is felhasználható.

A módszert orvosi oldalról úgy lehetne finomítani, hogy további változók megválasztásával és mérésével a vizsgált jelenségek teljesebb leírását nyerjük. Azokat a változókat (pl.: a nem folyronosakat), amelyeket a kanonikus analízisbe nem tudjuk bevonni, más eszközök alkalmazásával a módszer finomítására ugyancsak felhasználhatjuk. Pl. a dohányzási szokás, az életkor esetében a különböző szokások, illetve korcsoportok rögzítése mellett hajtjuk végre az analízist. Így ezen változók hatását is megvizsgálhatjuk.

Irodalom

- (1) Anderberg, M.R.: Cluster Analysis for Applications, Academic Press, New York - London, 1973.
- (2) Cooley, W.W., Lohnes, P.R.: Multivariate Data Analysis, John Wiley and Sons, New York, 1971.
- (3) Rao, C.R.: Linear Statistical Inference and Its Applications, Wiley, New York, 1965.

BME Folyamatszabályozási Tanszék, Onkopathológiai Kutató Intézet
és
Egyesült Izzólámpa és Villamossági RT

Daganatsejtek kromoszómainak számítógépes osztályozása

Hajnal Miklós, Pályi István és Székely György

1. Bevezetés - a feladat megfogalmazása

A daganatsejtek jellemző kromoszóma száma (stem line) rendszerint eltér az eredeti, nem malignus szövetétől, illetve a fajra specifikus számtól. A számbeli eltérés azonban nem mindig szükségszerű, gyakran előfordul azonos kromoszóma szám (diploidia, vagy pseudodiploidia). Gyakori jellemzője a daganatsejt populációnak a heterogenitás, amely számbeli szórást, heteroploidit jelent. Számos esetben megfigyelhető olyan kromoszómák megjelenése is, amelyek az eredeti kariotipusban szereplő kromoszómáktól alakilag eltérnek. Ezek az ún. markerek.

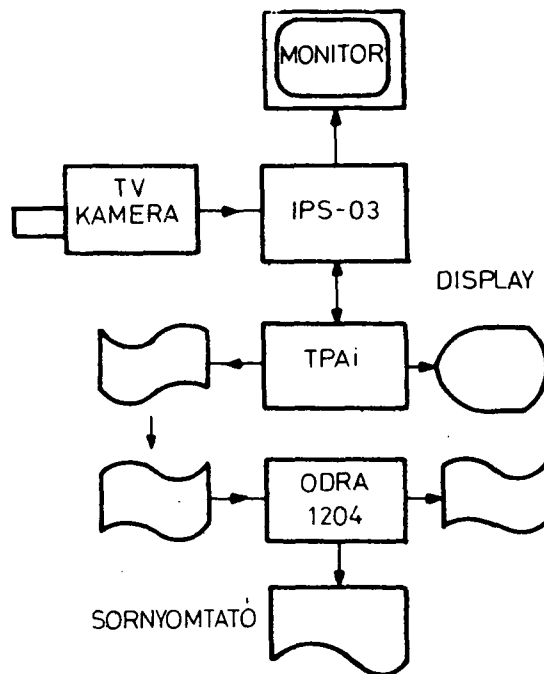
A kromoszóma számolás az idiogram elkészítése céljából fárasztó, időigényes munka. A marker kromoszómák felismerése is gondot okozhat. Mind a számolást, mind pedig a kromoszómák osztályozását meggyorsítja és pontosabbá teszi a számítógép alkalmazása - különösen tömeges feldolgozás esetén.

2. Vizsgálati módszer

A kromoszómák számítógépes osztályozása céljából vizsgálatokat kezdtünk egy kísérletes egérdaganattörzsön. A sejtenyészetben növekvő daganatsejtek jelzése P₀ (Pályi és mtsai, 1977.(1)). Ezeket egy ascites formában növekvő egér lymphomából (Németh és Kellner, 1960. (2)) stabilizálták in vitro. Az eredeti daganatsejtek hiperdiploidak, jellemző kromoszóma-számuk 43, közöttük egy jellegzetesen nagy metacentrikus markerrel. Az egér normális sejtjeiben 40 kromoszóma található, és mindegyik telocentrikus (3). A P₀ sejtvonalban 3-7 marker kromoszómát találtunk. Ezért ennek a daganatsejtnak a kromoszómái kedvező objektumnak bizonyultak a számítógépes osztályozás kidolgozására (4), (5).

A számítógépes feldolgozás céljára metafázisban fixált Giemsa-festésű kromoszómák keményre hívott fényképeit használtuk. A képek ál-

tal hordozott analóg információ digitalizálását és számítógépbe juttatását a BME Folyamatszabályozási Tanszéken kifejlesztett IPS-03 képfeldolgozó berendezéssel végeztük (6). (Az IPS érzékelője zárt láncú, kötött soros TV kamera, felbontóképessége 512^2 képpont, 8 szürkességi szint.) Az IPS adatformátumai közül a mátrix-reprezentációt használva a kromoszómák digitális képének eltárolását és kódolását TPAi számítógép végezte, innen az adatok a szűkös memóriakapacitás miatt lyukszalag közvetítésével ODRA 1204 számítógépbe kerültek ott további feldolgozás és az eredmények kiírása céljából (1. ábra).

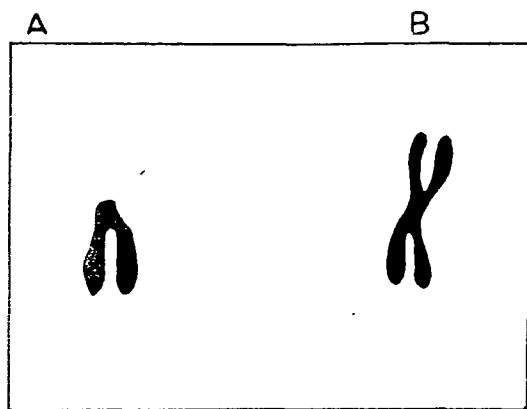


1. ábra

Konfiguráció

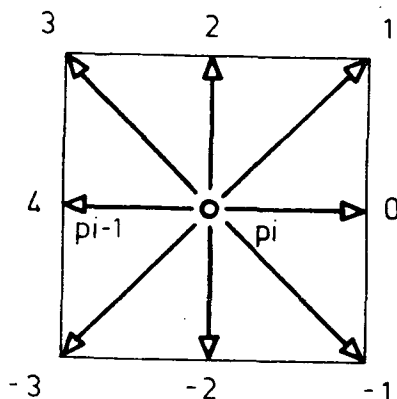
3. Felismerési eljárás

A felismerendő kromoszómák idealizált képét a 2. ábra mutatja. A felismerő algoritmus fő részei: lényegkiemelés (amely magában foglalja a kódolást) és az erre alapozott szintaktikus alakfelismerő eljárás (5. ábra).



2. ábra

- A. Normál telocentrikus
- B. Marker kromoszóma



3. ábra

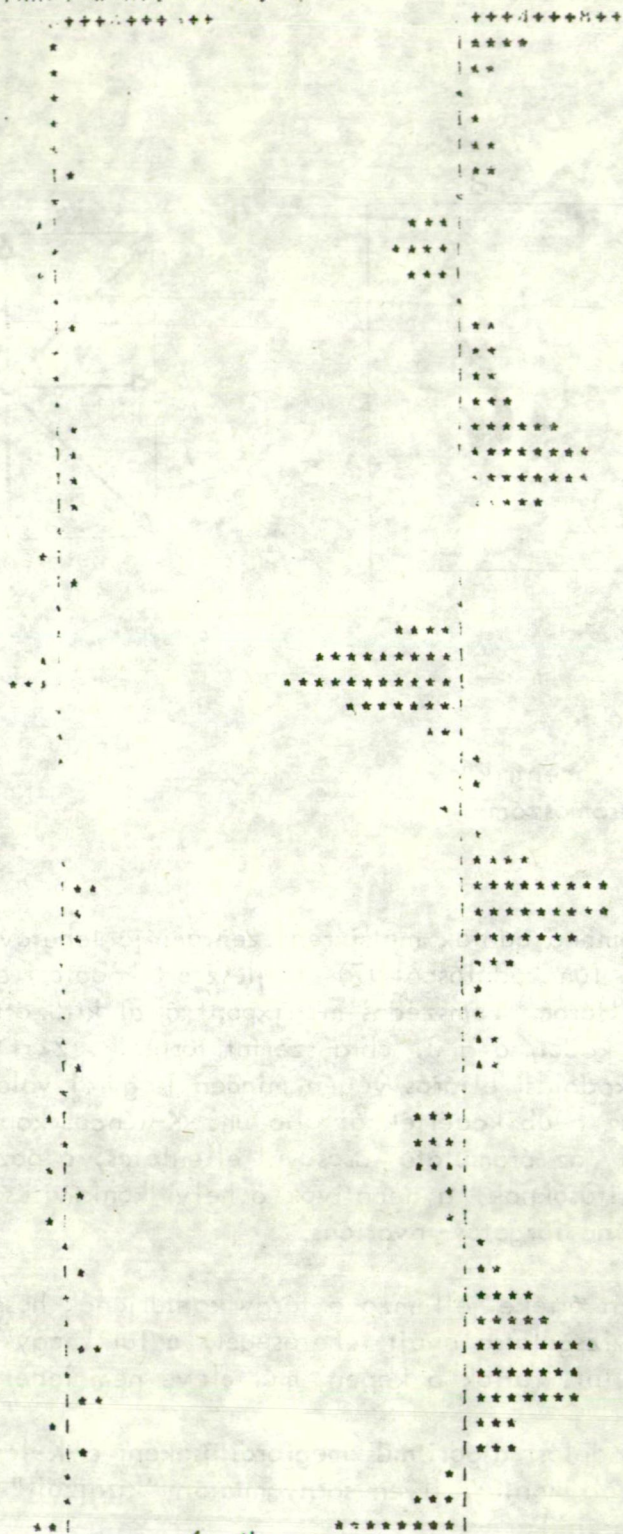
Kódolás

A bemenő adatok mátrixreprezentációja lehetővé teszi egy, a Freeman-féle lánc kódolásból (7) kifejlesztett kódolási eljárás (8) alkalmazását. Három szomszédos mátrixpont által kitűzött két szakasz közötti szög kódolása a 3. ábra szerint történik. Zárt alakzatról lévén szó, a kódolási eljárás végén minden tárgyról valamilyen n hosszúságú, azaz n db kódértékből álló ún. K-láncot kapunk. Ha a körüljárási irány az óramutató járásával ellentétes, a pozitív kódok a helyi konvexitásoknak, a negatívak a helyi konkavitásoknak felelnek meg. A K-lánc forgatás-invariáns.

Az n értéke jellemző a tárgy konturjának hosszára: ez egyfajta hihetőségvizsgálatra nyújt lehetőséget, a túl "nagy", ill. a "túl kicsi" tárgyak (pl. foltok a képen) már eleve nem lehetnek kromoszómák.

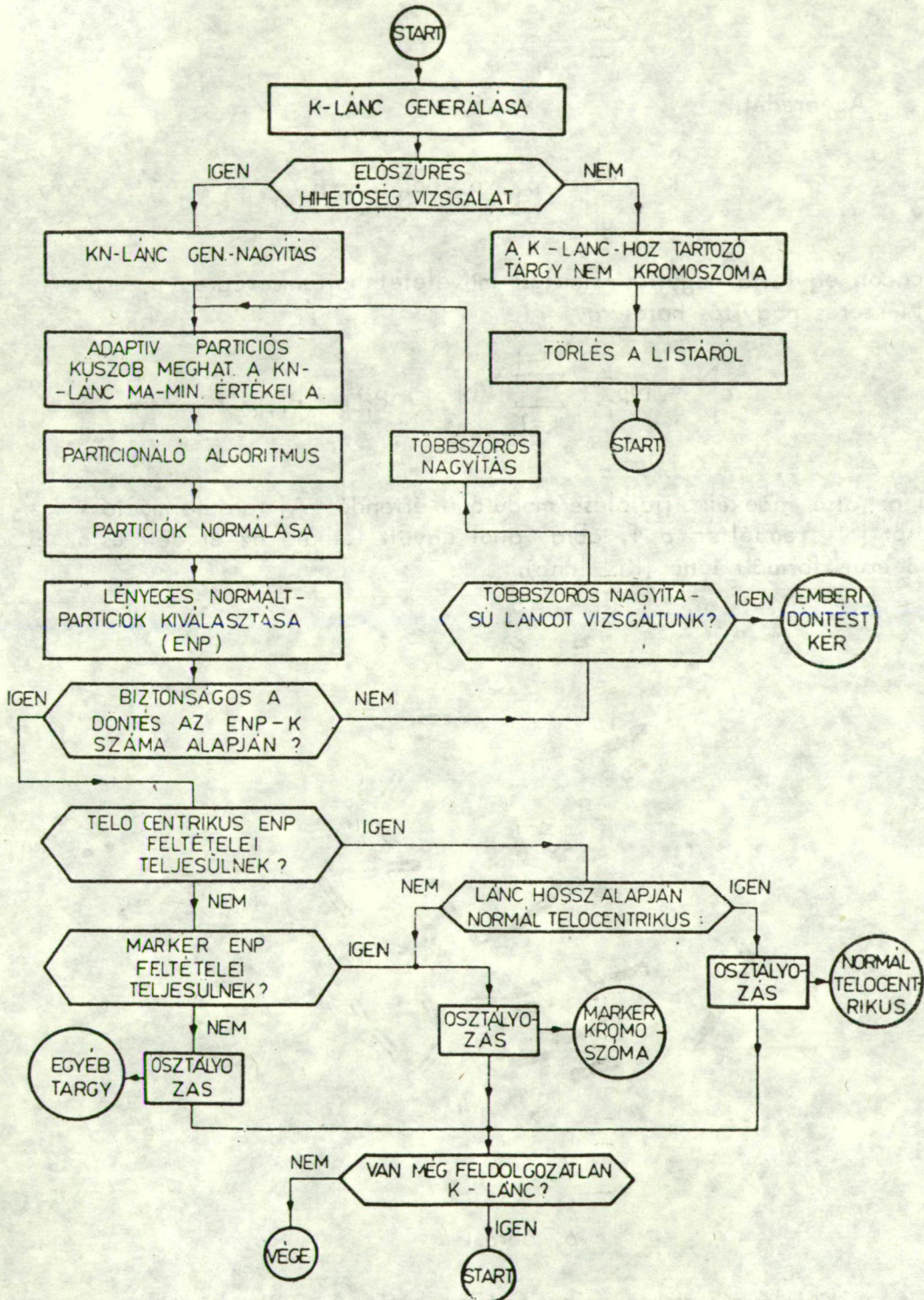
(A kódolási algoritmus megfordításaként a K-láncból visszaállítható a kvantált kontur, ilyen sornyomatot "kirajzolt" kromoszóma látható a 7. ábrán.)

A TÁRSZÁRÁNYI : 1



4. ábra

K lán és harmadrendű KN lán



5. ábra

Felismerési algoritmus

Az eredeti

$$\sum_{i=1}^n p_i = p_1, p_2, p_3 \dots p_{n-1}, p_n \quad /1/$$

K-láncon egyfajta nagyítási-símitási műveletet hajtunk végre. p_i értéke N -szeres nagyítás hatására

$$p_i^N = Np_i + \sum_{k=1}^{N-1} (N-k) (p_{i-k} + p_{i+k}), \quad /2/$$

ahol az alsó indexek kijelölése modulo n értendő. A transzformáció hatását jól szemlélteti a 4. ábra, ahol együtt látható az eredeti és az $N=3$ transzformált lánc (KN-lánc).



6. ábra

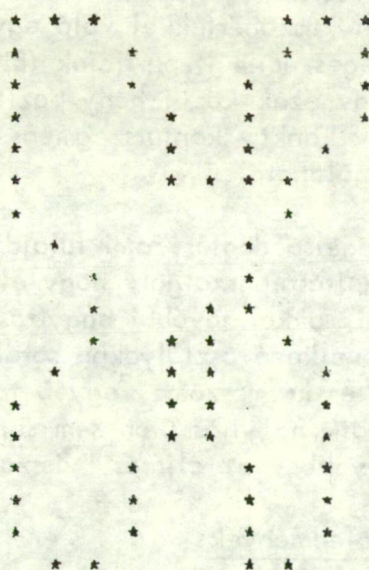
A KN-lánc max. és min. értéke alapján megállapítható egy képzeltek tengely, azaz egy olyan küszöbérték, amely a láncot partíciókra bontja. Egy partíciót alkotnak a "tengely" egyazon oldalára eső, egymást követő láncértékek. Természetesen a partícionálást is moduló n kell végrehajtani. A kapott partíciók már a kvantálási zajoktól mentesen írják le az eredeti kontur konvex és konkáv részeit.

A 3 SZAMU KLP
FELDOLGOZASA

AZ ELŐSZÖRÉS VAGY NIMETOSLEGVIZSGALAT EREDMÉNYE:

1 ALAKZAT MÉRTE MIATT ELEVE BEN KROMOSZÓMA

A TARGY SORSZÁMA :



7. ábra

K láncból rekonstruált kromoszóma

A particiókat két mérőszámmal jellemezhetjük: a KN-lánc egy particiót alkotó tagjainak összegét nevezzük a partició súlyának, a partició hosszán pedig a benne szereplő lánc tagok számát értjük. A súly közelítőleg a szóban forgó konturdarab görbültségére, a hossz pedig az adott görbültségű szakasz eredeti hosszára jellemző.

Bevezetve egy normálási műveletet, és azt a KN-lánc összes particiójára végrehajtva, eredményül olyan NP normált partició értékeket kapunk, amelyek abszolút értéke annál nagyobb, minél jellegzetesebb a particiónak megfelelő konturdarab a kromoszóma teljes határvonala "szempontjából".

A normált partició:

$$F'_c(w, s) = w \cdot \frac{s}{n_c} , \quad /3/$$

ahol \underline{w} a partició sulya, \underline{s} a partició hossza, $\underline{n_c}$ pedig a particióhoz tartozó KN-lánc hossza.

A szintaktikus elemzéshez szükséges alkotórészek meghatározásában az utolsó lépés: a jellegzetes, normált particiók közül ki kell választani a felismerés szempontjából lényegeseket. Ezt tanulással megállapított küszöbértékkel való egybevetéssel oldottuk meg. Az így kapott lényeges normált particiók (ENP) száma alapján, ill. abból kiindulva, hogy ezek közül hány pozitív konvex konturszegmens, és hány negatív konkáv konturszegmens van, az elemzés már egyszerű döntésekkel megoldható.

A legelső döntés, ami tulajdonképpen nem is elemző jellegű, annak megállapítására szolgál, hogy elegendően biztonságos lesz-e a döntés. Ha nem, akkor további nagyításra van szükség. Az elemzés a tárgyakat a következő osztályokba sorolhatja: normál telocentrikus kromoszóma, marker kromoszóma, egyéb tárgy. Azokat az alakzatokat, melyek még a második nagyítás után sem sorolhatók elegendő biztonsággal az említett osztályokba, az eljárás "visszadobja az embernek".

4. Eredmények

Az előző pontban ismertetett eljárást 5 modulból álló programrendszerrel realizáltuk, ALGOL nyelven. A programrendszer belövésére és az adaptív küszöbértékek kezdeti értékeinek meghatározására idealizált bemenő alakzatokat használtunk fel, amelyek között geometrikus alakzatok és képi zajok is előfordultak a kromoszóma-képek mellett.

A kísérleti futtatások során az Onkopathológiai Kutató Intézetben készült felvételekből indultunk ki, melyek közül egyet mutat a 6. ábra. A feldolgozás első lépéseként az IPS-TPAi konfigurációval on-line módon generáltuk a kromoszómák K-láncait, amelyek az off-line felismerő eljárás bemeneteként szolgáltak. A korlátozott hardware lehetőségek miatt a teljes kép feldolgozása csak többszöri bevitellel volt megoldható. A programellenőrzés vagy -kétely esetén - emberi döntés céljára, kirajzoltatja a szóban forgó alakzatot (7. ábra), és kiírja a részeredményeket is. A próbafuttatások 93-95 %-os osztályozási pontosságot eredményeztek. Az eredménylista egy részletét mutatja a 8. ábra. További részletek (5)-ben találhatóak.

A PARTICIOK RENDRE AZ ALABBIAK:

16 -1

MN[N] ES MP[P] ERTEKEK: 1 18

A NORMALT PARTICIOK :

15.16 -.05 *** PARTICIO KONTROLL

O.K.***NUMBER OF OBJECT: C= 1 NUMBER OF ESSENTIAL NORMALIZED
PARTITIONS: UK[C] = 1

POSITIVE: PK[C] = 1

NEGATIVE: NK[C] = 0

A 55 SZAMU KEP
FELDOLGOZASA

AZ ELOSZURES VAGY HIHETOSEGVIZSGALAT EREDMENYE:

2 ALAKZAT MERETE MIATT ELEVE NEM KROMOSZOMA

A KEPEN LEVO KROMOSZOMAK SZAMA : 4

EBBOL MARKERKROMOSZOMA : 2

VEGEN KISZURT

EGYEB TARGYAK : 0

FUTASI IDO : 0 PERC 10 SEC

8. ábra

Protokol részlet

Összefoglalás

Az előadás olyan számítógépes szintaktikus módszert ismertet, amely Giemsa-festésű kromoszóma-felvételek meghatározott szempont szerinti gyors, tömeges kiértékelésére alkalmas. A módszer lényege a konturok forgatás-invariáns differencia-lánckódolása, a kódlánckok szűrése és nagyítása, particiója és normálása, majd a lényeges normált particiók (ENP) kiválasztása tanult küszöbértékek révén. Az ENP-k az eredeti alakzatok igen tömör morfológiai reprezentációját adják, melynek révén a kromoszómák jól megkülönböztethetők. Az eljárás alkalmazása egy ascites formában növvő egér lymphomából stabilizált P₀ daganatsejt normál telocentrikus és metacentrikus marker kromoszómáinak felismerése kapcsán kerül bemutatásra.

Irodalom

- (1) Pályi, I., Oláh, E., Sugár, J.: Drug sensivity studies on clonal cell lines isolated from heteroploid tumour cell populations. *I.Int. J. Cancer*, 19, 1977, p. 859-865.
- (2) Németh, L., Kellner, B.: In Form von Ascites transplatierbare leukamische Lymphadenose bei Mäusen. *Naturwissenschaft*, 47, 1960, p. 468-474.
- (3) Schnedl, W.: The karyotype of the mouse. *Chromosoma, Berl.*, 35, 1971, p. 111-116.
- (4) Rosenfeld, A. ed.: *Digital Picture Processing*. Academic Press, New York, 1976.
- (5) Hajnal, M., Pályi, I., Székely, Gy.: Quantative Studies on Malignant Tumour Cells, Using Computerized Chromosome Analysis. (Megjelenés alatt)
- (6) Hajnal, M., Loványi, I., Vajta, L.: On-line Digital Image Processor Using a CCTV Camera Input and Its Applications. Preprints of International Conference on Optical Computing in Research and Development (Visegrád, 4-9 Oct, 1977) p. 108-125.
- (7) Freeman, H.: On the digital computer classification of geometric line patterns. *Proc. Natl. Electronic Conf.*, 18, p. 312-323.
- (8) Gallus, G., Regoliosi, G.: Un modello decisionale di riconoscimento applicato ai contorni cromosomili. *Applicazioni bio-medicae del calcolo elettronici* 2., 1973, p. 69-82.

JATE Kibernetikai Laboratórium és SZOTE Izotópdiaosztikai
Laboratórium

Transzmissziós computeres tomográfia szimulációjával szerzett
tapasztalatok

Kuba Attila, Csernay László és Kovács Anna

A matematikai és a számítástechnikai módszereknek az orvostudományban és a biológiában való alkalmazására egy különösen szép példa a rekonstrukciós probléma, illetve annak különféle felhasználási területeken történő megoldása. Ez a problémakör magába foglalja mindazon kérdéseket, amelyek egy függvény, ill. tárgy vetületeiből való rekonstrukciójával kapcsolatosak, ide tartozik pl. egy tárgy síkmetszeteinek, esetleg teljes 3-dimenziós képének Röntgen-sugaras felvételekből való előállítás, rekonstrukciója is.

Az 1975-ben megtartott Neumann-kollokviumon már alkalmunk volt bemutatni egy olyan algoritmust (1), amely bizonyos tulajdonságu homogén tárgyak síkmetszeteit állította elő két vetületből. Azóta a JATE Kibernetikai Laboratóriumában működő Képfeldolgozási Csoportban tovább vizsgáltuk a képrekonstrukciós eljárások elvi kérdéseit. A transzmissziós és az emissziós computer tomográfoknak (CT) a radiológiában és az izotóp-diaosztikában elért látványos eredményei egyuttal arra ösztönöztek bennünket, hogy ezen alkalmazási területekhez szorosan kapcsolódó kutatási módszert válasszunk. A lehetőségek ismeretében a transzmissziós CT számítógépes szimulációja látszott erre a legalkalmasabbnak, vagyis egy olyan modell létrehozása, amely a CT mennyiségi jellemzőinek a viselkedését írja le. Így mód nyílik az igen költséges készülék nélkül is bizonyos tapasztalatok megszerzésére, paraméterek változtatásával különféle hatások vizsgálatára, többféle algoritmus kipróbálására.

Szimulációs programrendszerünkkel egy idealizált transzmissziós CT működését modelleztük, amely a legelső EMI ill. ACTA-scanner ti-pushoz hasonló (2,3). Ezek a készülékek egy erősen kollimált, szűk Röntgen-sugár nyálábót bocsátanak át a beteg vizsgálandó testrészének egy transzverzális rétegén, majd az áthatolt fotonokat detektorokkal

számlálják. Az átvilágítást és a számlálást elvégzik több helyzetben és több irányból, így az adott rétegtől függő és a mért beütésszámokból álló ún. vetületi profilokat kapnak. Az adatok aztán egy gyors számítógépbe kerülnek, amely valamilyen rekonstrukciós algoritmus segítségével képes a rétegeket alkotó anyagokra jellemző Röntgen-abszorpciós értékeket kiszámolni és azt mátrix formájában egy színes TV képernyőjén megjeleníteni. Ezzel a módszerrel komolyabb beavatkozás nélkül kaphatjuk meg az átvilágított metszet teljes képét, sőt a belőle kapott kvantitatív jellemzők elősegíthetik a diagnózis pontosságát is.

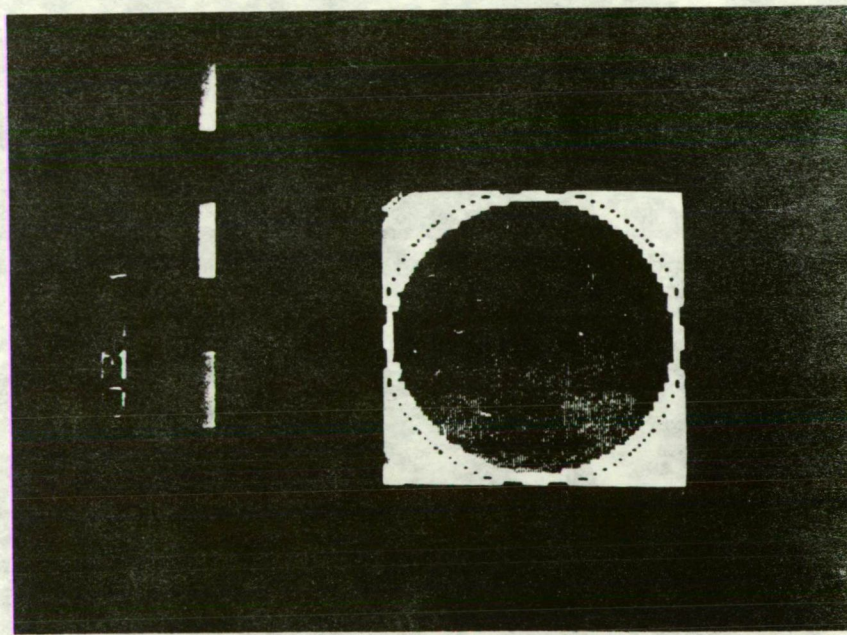
A szimulációt három, logikailag jól elkülöníthető fázisra bontottuk:

Az első fázis a különböző irányokból készített vetületek előállítását hajtja végre. Ehhez olyan idealizált készülék használatát tételeztük fel, melynek Röntgen-sugarai párhuzamos nyalábot alkotnak, monokromatikusak, az átvilágított metszet másik oldalán feltételezett detektor pedig ideális az érkező fotonok észlelésére. A vizsgálandó térbeli struktúra síkmetszetét program-rendszerünkben elemi geometriai formákból építjük fel. Ezek a formák tetszőleges helyzetű és nagyságú körök, körgyűrűk és sokszögek halmazából állnak, amelyekhez meghatározott anyagokra jellemző Röntgen-abszorpciós együtthatókat rendelhetünk. Ebben a szimulációs fázisban a síkmetszet struktúrájától függetlenül változtathatjuk a vetületek számát (max. 360), az egyetlen vetületet reprezentáló profilgörbén mért pontok számát, illetőleg a sugárnyaláb vastagságát. Végeredményként a CT adatfelvételi fázisához hasonlóan különböző irányokból felvett vetületek mérési adataihoz jutunk.

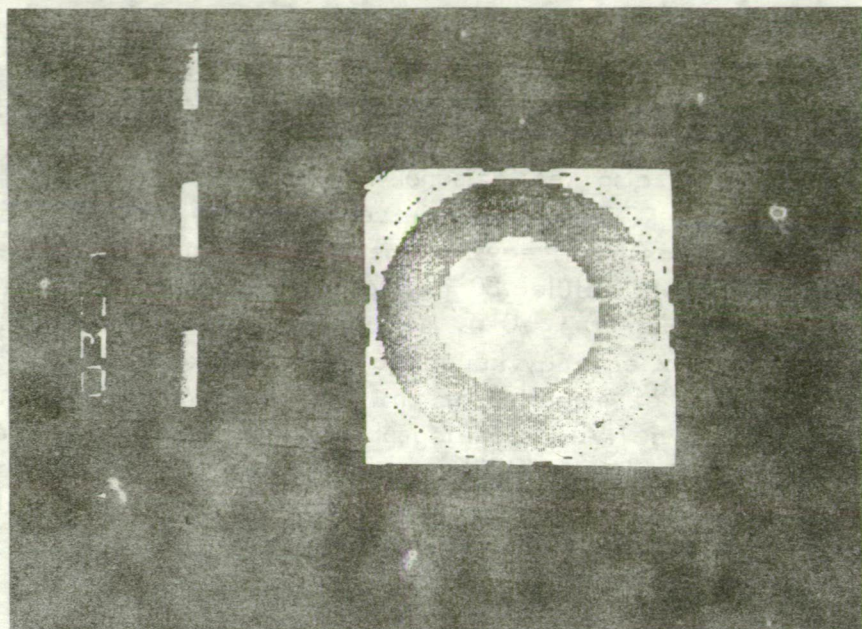
A szimuláció második fázisában történik a kép rekonstrukciója. Hatékony rekonstrukció végrehajtására különböző algoritmusokat ismerünk. Mi elsőként ezek közül az ún. konvolúciós algoritmus implementálása mellett döntöttünk, viszonylagos gyorsasága és csekély memória igénye miatt. Ennek a módszernek a lényege az eredeti kép-függvény filterezett változatának az előállítása két lépésben. Az első lépésben minden vetületen a választott filter normál-térbeli alakjával konvolúciót kell végrehajtani, a második lépésben pedig a konvolváltságú vetületekből egyszerű vissza-vetítéssel kaphatjuk meg a képet. A szimulációnak ebben a fázisában paraméterként adhatjuk meg a kívánt felbontás finomságát, illetve – amennyiben nem kívánjuk a teljes struktúrát rekonstruálni – a választott részlet koordinátáit.

A harmadik fázis a rekonstruált képek megjelenítését végzi. A rekonstrukciós algoritmus un. eredmény-mátrixát egy TPA-i kis-számítógéphez kapcsolt színes TV displayn jelezzük ki.

A szimuláció első két fázisának a programozási munkáit a JATE R-40, ill. a SOTE R-20 gépen végeztük. Az első négy bemutatásra kerülő rekonstruált egyszerű geometriai forma 180 vetületből készült, mindegyik vetület 80 mért értéket tartalmazott. A rekonstrukció eredményét 80×80 -as mátrix formájában lyukszalagra rögzítettük. A mátrix egy-egy képpontjának az értéke -1000 -tól $+1000$ -ig terjedhet, ez megfelel az un. Hounsfield számoknak. A lyukszalagot azután a TPA-i számítógépbe olvastuk, amelyen a képek kijelzésére több technikát is kidolgoztunk. Ilyen pl. az ablakolási eljárás, amellyel az abszorpciós együttható két meghatározott értéke közötti tartomány kerül kijelzésre (1., 2. ábra).

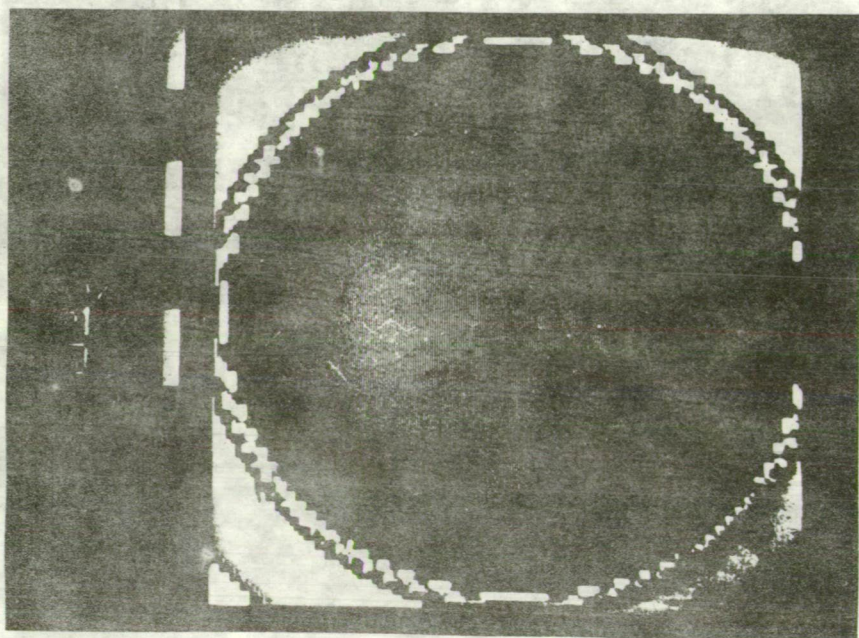


1. ábra

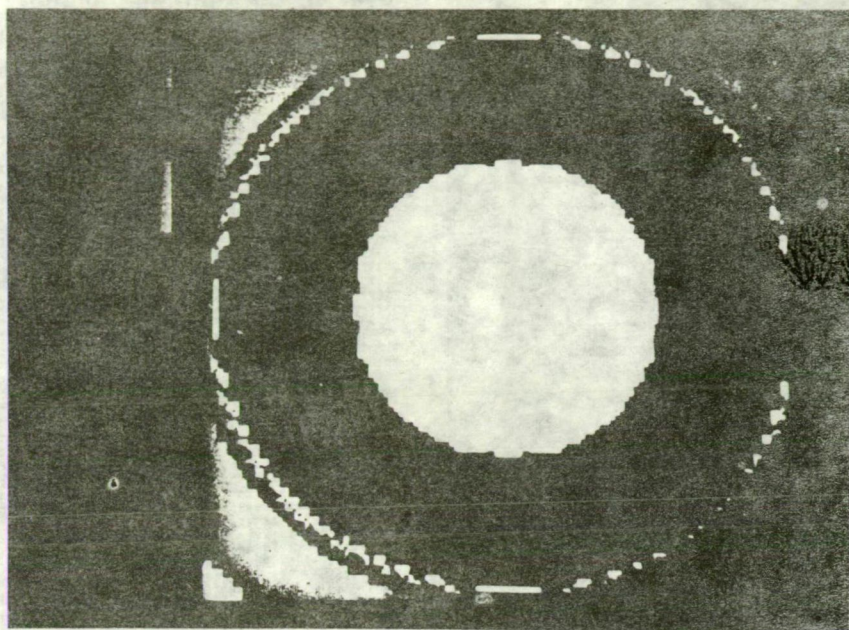


2. ábra

Sikeresnek bizonyult és hasznos is a képek interpolációs technikával történő nagyítása (3., 4. ábra).



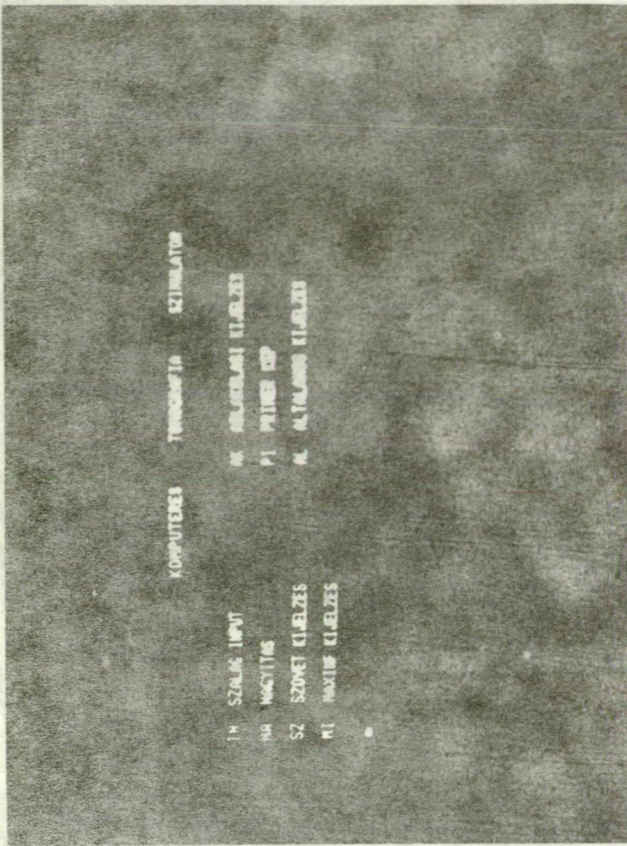
3. ábra



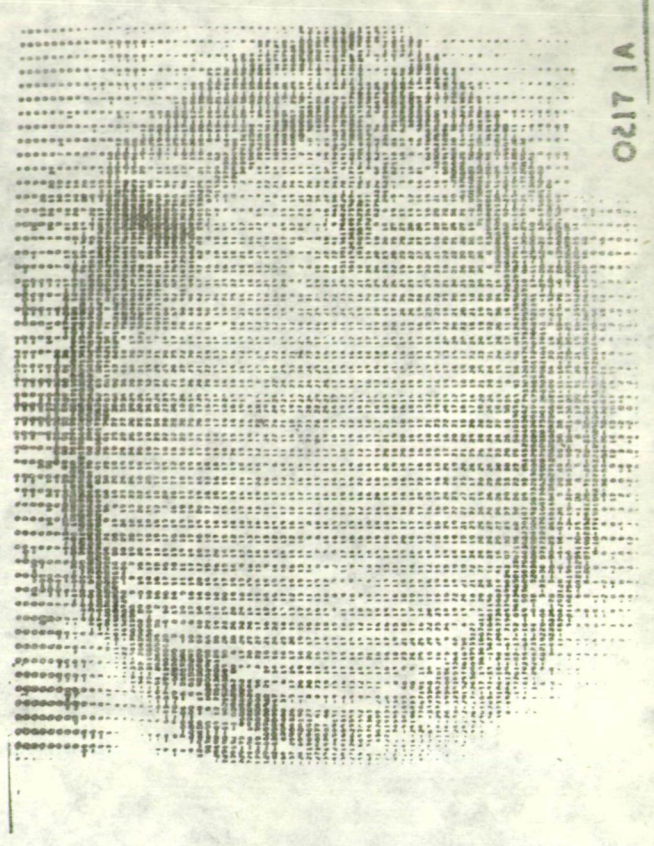
4. ábra

A képek még hatásosabb kijelzésére további funkciókat is kifejlesztettünk (5. ábra). Ezek közül az általános kijelzés a rendelkezésre álló 8 szín tetszés szerinti szétosztását jelenti a mátrix Hounsfield-számai között. Az ún. szövet szerinti kijelzés azt biztosítja, hogy egy-egy szín a képen egy-egy meghatározott abszorpciós együtthatóval bíró szövetféleséget jelentsen. Végül a maximális információju kijelzéssel lehetővé válik az, hogy mind a 8 szín kb. egyenlő sokszor forduljon elő a képen, így a lehető legtöbb részletet lehessen megfigyelni.

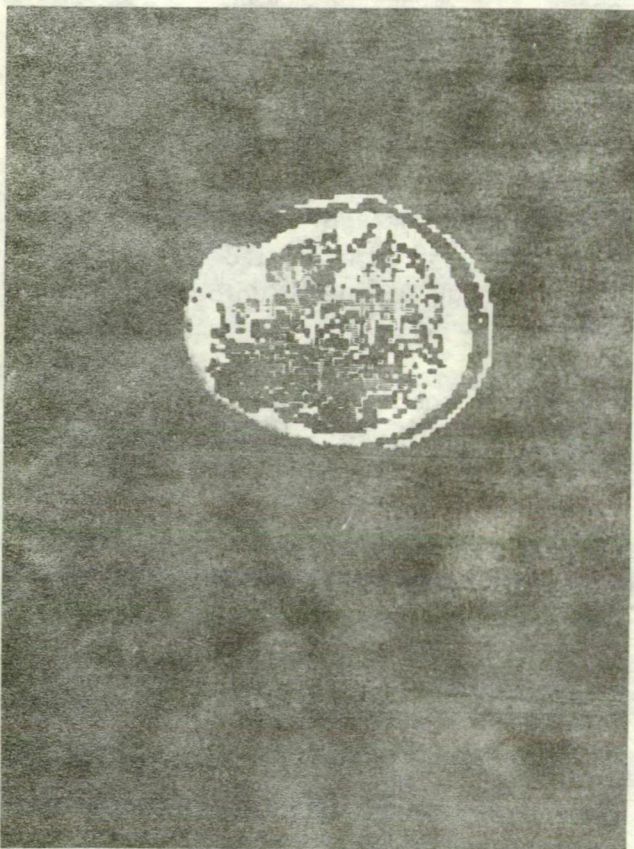
A különböző kijelzési módok hatékonyságát, alkalmazásának gyakorlati értelmét legjobban az EMI által, mátrix formában közölt (2) klinikai felvételek felhasználásával demonstrálhatjuk. A 6. ábrán egy ilyen koponya-felvétel látható. Ablakolási kijelzéssel displaynken ez a 7. ábrán bemutatott módon jelenik meg. Az interpolációs technikát alkalmazva jutunk a teljes kép nagyításához (8. ábra) és az így nagyított kép egy részletét még tovább nagyítva (9. ábra), jelentős változást láthatunk, ha ablakolási technika helyett megfelelő paraméterekkel általános kijelzést alkalmazunk (10. ábra).



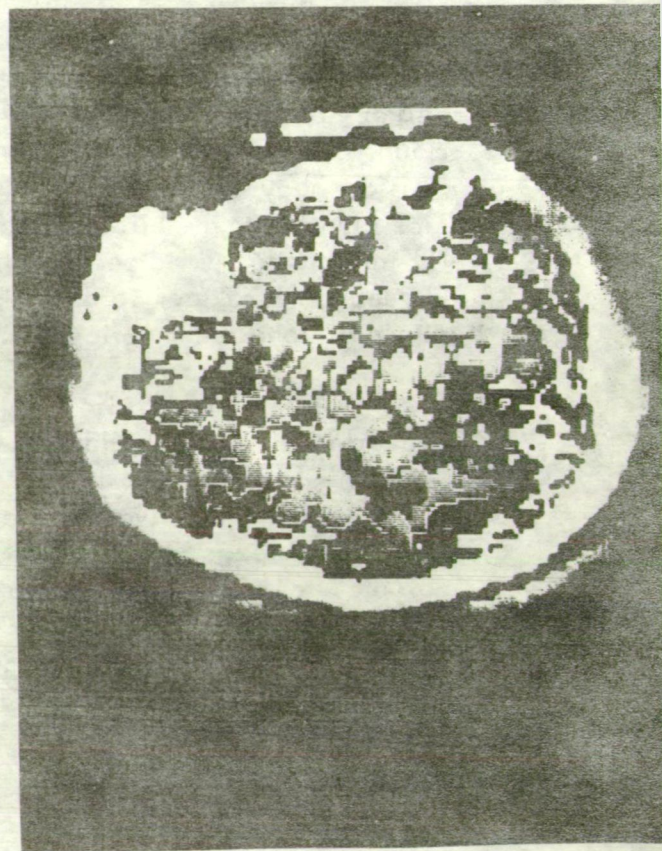
5. ábra



6. ábra



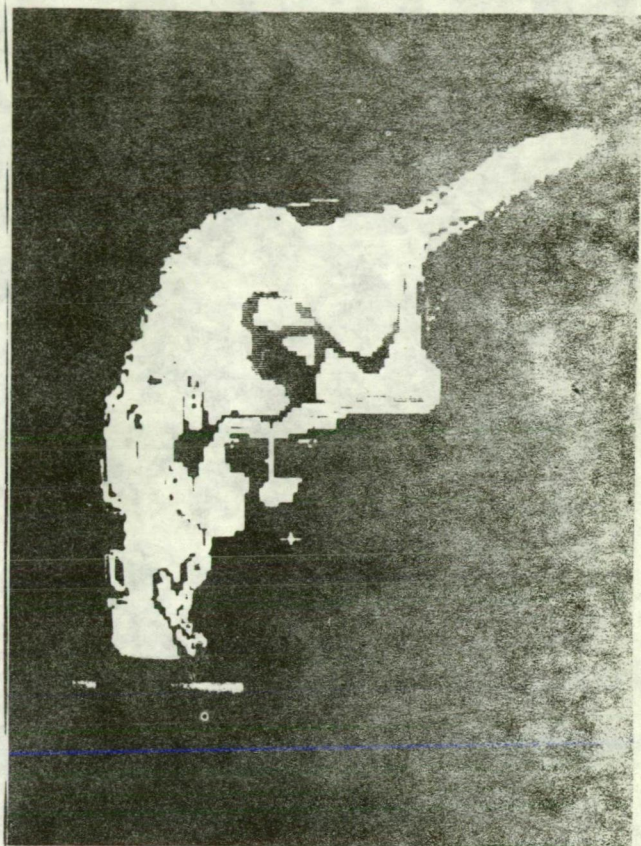
7. ábra



8. ábra



9. ábra

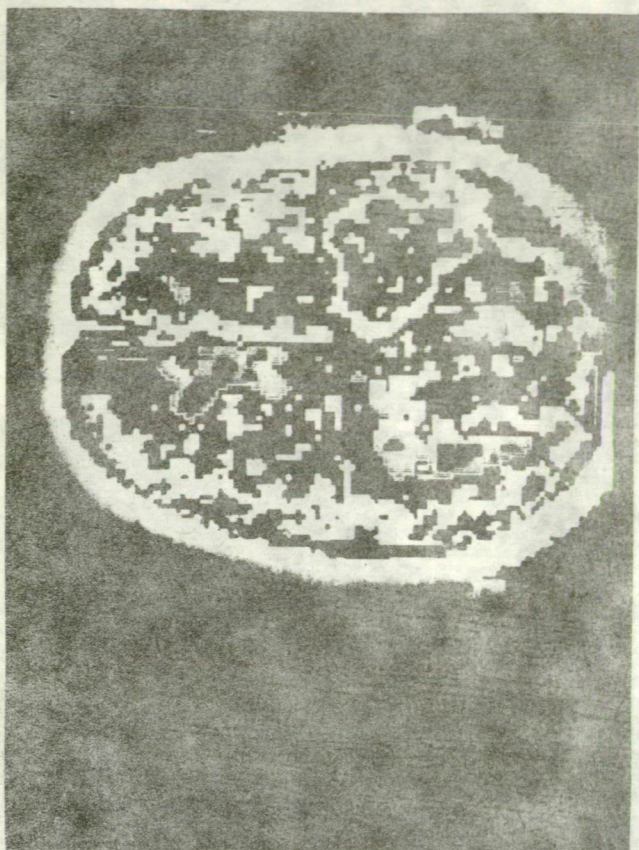


10. ábra

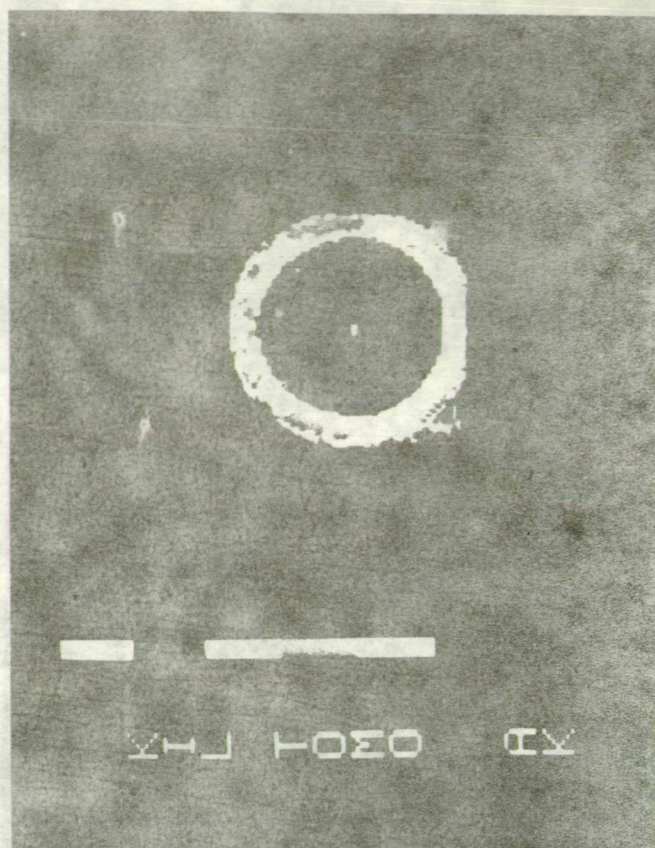
A szöveti kijelzést ugyancsak egy EMI-mátrix egyszeri nagyítás utáni megjelenítésével mutatjuk be (11. ábra). Ezen a képen az egyes színek jelentése: fekete - levegő, zöld - zsír, sötétkék - víz, világoskék - vér, lila - agyi fehérállomány, sárga - agyi szürkeállomány, piros - alvadt vér, fehér - csont anyagok Röntgen-abszorpciós értékeknek felel meg.

Az utolsó csoportban bemutatásra kerülő képeket ismét szimulátorunk segítségével készítettük el, egyuttal igyekeztünk kipróbálni a különféle paraméterek változtatásával keletkező hatásokat.

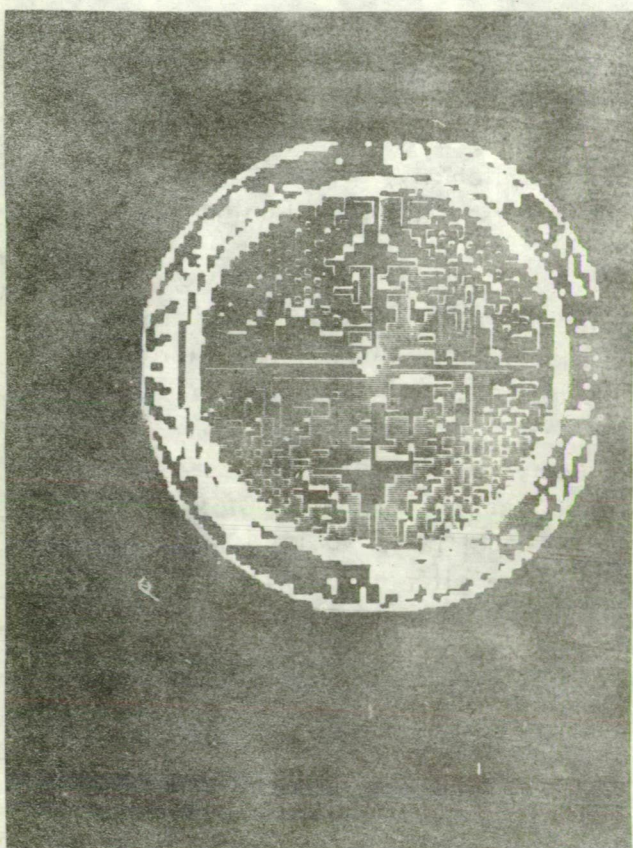
A 12. ábra ugyancsak egy körgyűrűt ábrázol, amely 36 vetületből készült. A vetületek 60 mérési pontot tartalmaztak, a mátrix pedig 50 x 50 -es méretű volt. A képet nagyítva jól láthatóan előtűnik az a két pont is, amelyek értéke eltér a környezettől (13. ábra) a maximális információju kijelzéssel. Ebbe a gyűrűbe egy kört



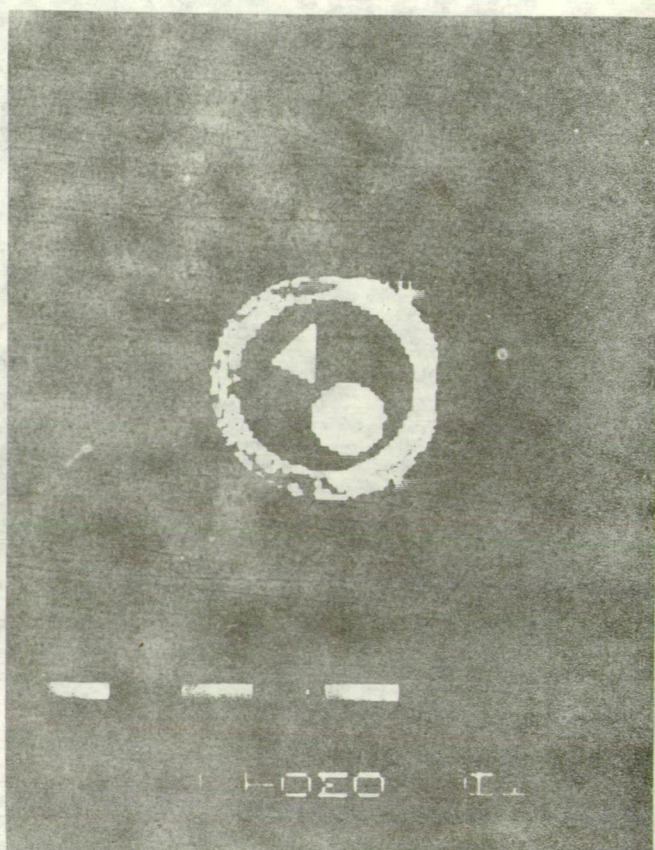
11. ábra



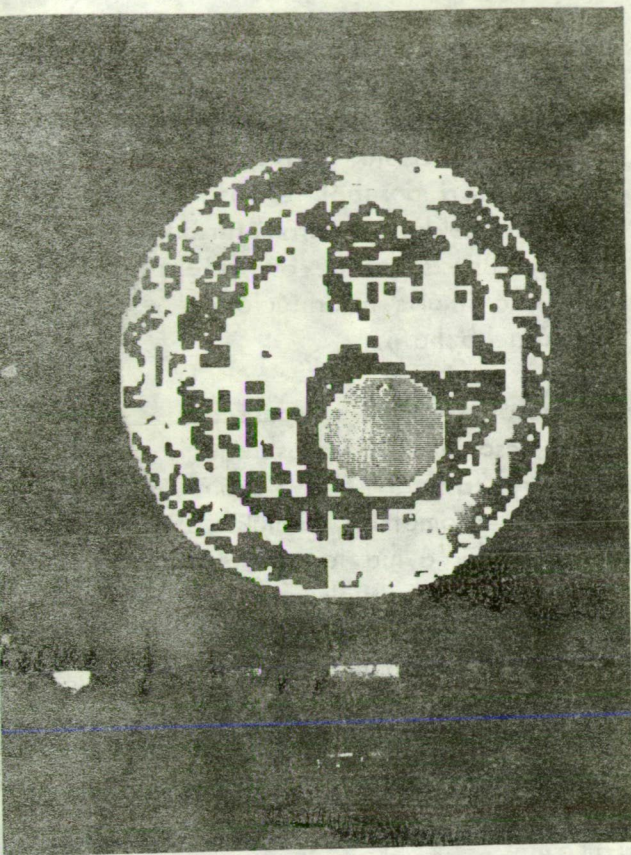
12. ábra



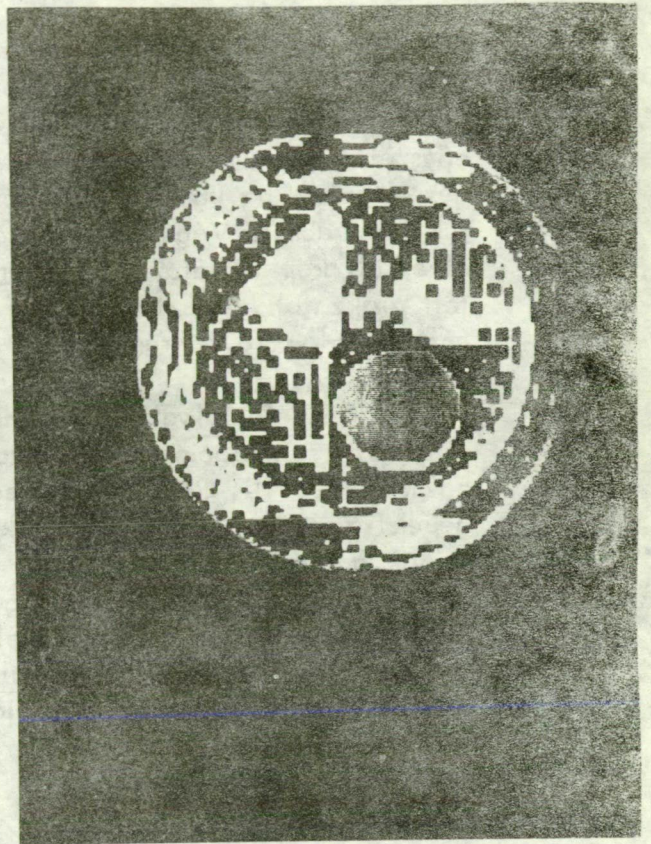
13. ábra



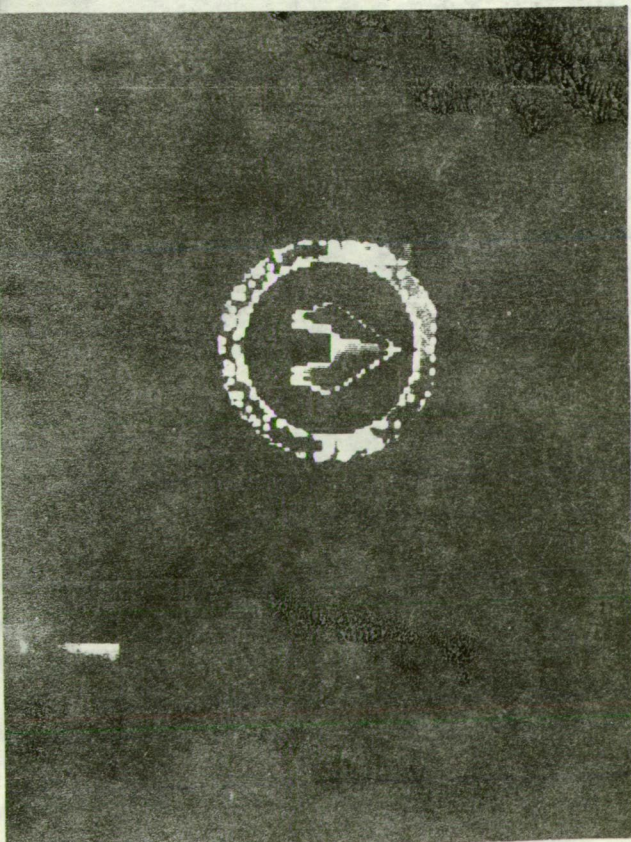
14. ábra



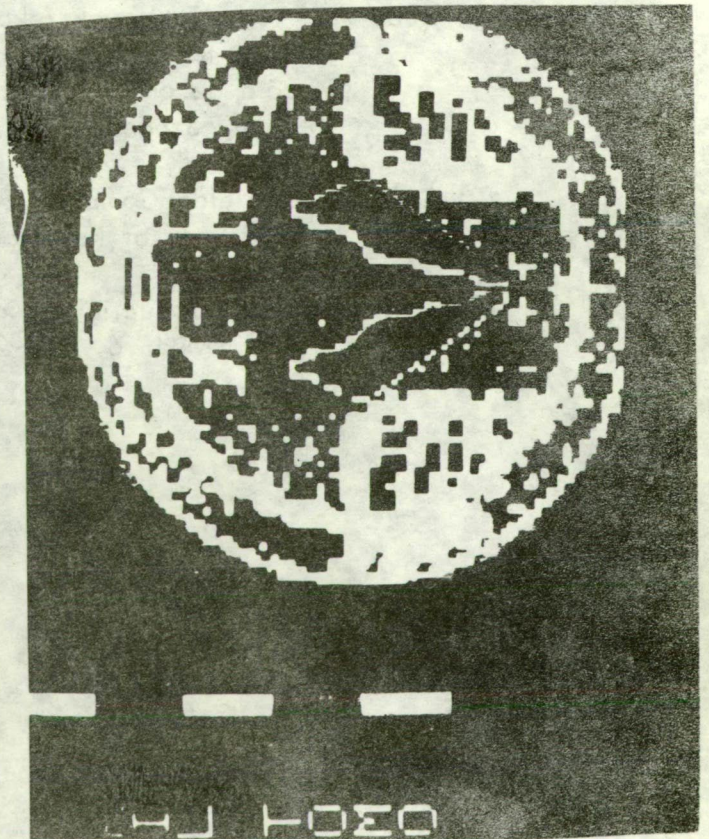
15. ábra



16. ábra



17. ábra



18. ábra

és egy háromszöget helyeztünk, és 60 irányból állítottuk elő a vetületeket (14. ábra). Az ablakolási kijelzésnél több részletet figyelhetünk meg, ha a maximális információju kijelzést alkalmazzuk egyszeri nagyítás után (15. ábra). Nem tapasztaltunk nagyon lényeges eltérést, ha ugyanezt az ábrát 120 vetületi pontból rekonstruáltuk (16. ábra). Végül a 17-es ábrán ugyanezekkel a paraméterekkel elkészült kép látható, most azonban a gyűrűbe sokszögekből felépített alakzatot helyeztünk. Ez a felvétel maximális információval és nagyítással a 18. ábrán bemutatott formára hozható.

Összefoglalva: eddigi munkánk során sikerült a transzmissziós CT szimulációjára alkalmas programcsomagot kifejlesztünk ESZR (R-20, ill. R-40) és a megjelenítésre használt TPA-i számítógépek segítségével. Megoldottuk különböző geometriai formák vetületeinek automatikus előállítását, implementáltuk a ma legkiterjedtebben alkalmazott konvolúciós algoritmust és kidolgoztunk a színes TV displayt felhasználó néhány kijelzési eljárást. A szimulátor további tökéletesítésével reméljük, alkalmunk lesz a transzmissziós CT számos elméleti és gyakorlati problémájának egzakt tanulmányozására.

Irodalom

- (1) Kuba A.: Térbeli tárgyak rekonstrukciója síkbeli vetületeikből. Számítástechnikai és kibernetikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és a biológiában - Kollokvium, Szeged, 1975.
- (2) G.N. Hounsfield: Computerized transverse axial scanning
British J. of Radiology, 46, 1016-1022 (1973)
- (3) R.S. Ledley: Introduction to computerized tomography Comp. Biol. Med. 6, 239-246 (1976)

Központi Fizikai Kutató Intézet

Módszer folytonos és bináris változókkal leírt minták osztályozására

B. Nagy András és Wolf Tamás

1. Bevezetés

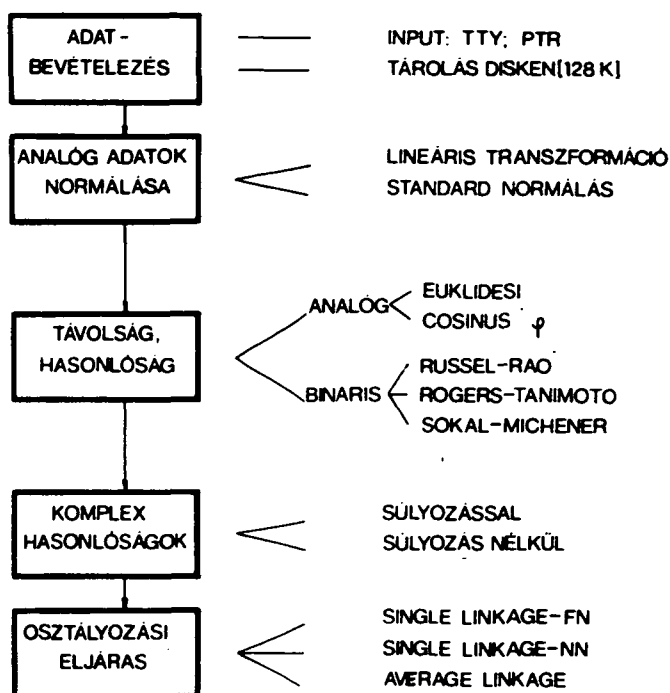
A jelfeldolgozási feladatok jelentős részénél a vizsgált objektum analóg és bináris (általában digitális) jellemzők összességével írható le. A változók - melyek a mérés eredményeként állnak rendelkezésre - többnyire folytonos értékkészlettel bírnak, míg a kérdéses objektummal kapcsolatos jegyek, tünetek megléte, illetve hiánya bináris típusu adatot eredményez. Az ilyen, ugynevezett kevert típusu változók feldolgozásának evidens példája az orvosi diagnózis alkotási folyamat. Ekkor a klinikai vizsgálatok eredményei (vérnyomás, hőmérséklet, bioelektromos jelek stb.) analóg jellegűek: az anamnézis során az orvos által feltett eldöntendő típusu kérdésekre, vagy a klinikai kérdőívekre adott IGEN/NEM válaszok mind bináris típusúak. Más területek szakemberei is gyakran találkoznak kevert változókkal leírható objektumok problematikájával (pl. a meteorológiai prognosztikánál, szociológiai vizsgálatoknál stb.).

A kevert változók feldolgozásánál is gyakran kívánatos lehet valamilyen osztályozó eljárás alkalmazása. Az irodalomból ismert cluster-algoritmusok vagy analóg (1) vagy bináris (2,3,4) változókat kezelnek. Az orvosi diagnosztikai kutatások jelenlegi szakaszában célszerűnek látszott a hierarchikus cluster-algoritmusok kiterjesztése a kevert változókkal leírható modellekre.

2. Az ABCL eljárás

A kidolgozott eljárás főbb lépései az 1. ábrán láthatók. Az ADAT-BEVÉTELEZÉS lyukszalagról vagy írógépről történhet, az utóbbi esetben az adatokról lyukszalag készül az újrafuttatás megkönnyítéséhez. Mivel a programot 16 K szavas központi tárral rendelkező TPAi gépen futtatjuk, az adatok disk-re mentése szükséges ahhoz, hogy megfelelően nagy adatbázist kezelhessünk. A 128 K szavas disk - figyelembe véve a BASIC programozási nyelv számbázisát és a felügyelő OS/i operációs rendszer helyigényét - mintegy 100 x 50-es analóg és 100 x 50-es bináris adatmátrix feldolgozását teszi lehetővé. A disk felhasználása természetesen a futási idő megnövekedését eredményezi, de a nem rutinszerű alkalmazás időszakában ez megengedhető.

ABCL SOFTWARE FUNKCIÓK



1. ábra

Az ANALÓG ADATOK NORMÁLÁSÁ-t kétféle eljárással végeztük. Mindkét esetben az a cél, hogy a vektorok normálása után számított távolság-értékek kompatibilisek legyenek a bináris távolságokkal, amelyek kielégítik a szokásos távolsági kritériumokat (1). Ha az objektumok száma kicsi (néhányszor 10), LINEÁRIS TRANSZFORMÁCIÓ-val (LT) az adatokat a (0,1) intervallumba transzformáljuk. Amikor a minták száma nagyobb, lehetőség van STANDARD NORMÁLÁS (SN) alkalmazására.

A TÁVOLSÁG számítást az ANALÓG változókra, vagy a vektorok EUKLIDESI távolsága vagy COSINUS φ -je alapján végezzük. A BINÁRIS hasonlóság meghatározására három módszer közül választjuk valamelyiket (2,3,4).

Az alkalmazott hasonlósági függvények értékkészlete a (0,1) tartományba esik, így az analóg és bináris hasonlóságok alapján KOMPLEX HASONLÓSÁG-ot számolhatunk. A gyakorlati feladatok többségénél a minták analóg és bináris változóinak száma eltérő. Így a belőlük számolt analóg, illetve bináris hasonlóságnak is különböző a súlya az objektumok

együttes hasonlóságában. Ezért a felhasználónak lehetősége van a dimenziók figyelembevételére, illetve bizonyos heurisztikus megfontolások eredményeképpen előálló súlyozás beiktatására.

Az OSZTÁLYOZÁSI ELJÁRÁS-ok az együttes hasonlósági elemekből adódó, ugynevezett hasonlósági mátrix elemei alapján osztályoznak. A megvalósított algoritmus ugyanakkor megengedi csak analóg vagy csak bináris típusú minták osztályozását is. Ez egyben hasznos segédeszköz lehet annak vizsgálatára, hogy egy objektumhalmaz osztályozásakor mennyivel ad több információt a kevert minták figyelembevétele. A hierarchikus osztályozási eljárások közül - melyek az objektumok eloszlására, illetve az osztályok számára vonatkozóan nem igényelnek a priori információt - három összekapcsolási módszert programoztunk be. Ezek közös tulajdonsága, hogy az osztályozás során mindig a két leghasonlóbb elemet olvasztják össze egy osztályba. Az így létrehozott új osztály tulajdonságai azonban a három módszernél eltérőek. A legtávolabbi szomszéd módszernél (Furthest Neighbour: FN) az új osztály a hozzásorolt minták hasonlóságai közül a kisebbeket tartja meg, a legközelebbi szomszéd módszer (Nearest Neighbour: NN) a nagyobbakat, az átlagos távolság szerinti összekapcsolás módszerénél (Average Linkage) pedig az új osztály és egy másik osztály hasonlósága a hozzátartozó osztályok és a másik osztály hasonlóságainak átlagával egyenlő (1,2,3). Az egyes clusterezési lépéseknél a program kiírja a kialakult osztályokat, a hozzájuk tartozó minták sorszámait és a hasonlósági szinteket. A program addig fut, míg végül egyetlen objektumot kapunk, amelybe minden minta beletartozik.

3. Az együttes hasonlóság számítása

Az együttes hasonlóság számítása az analóg és bináris hasonlóságokon alapszik. A mért analóg adatokat előzőleg normáljuk.

Jelölje x_{ki} a k-adik minta i-edik elemét,

M a minták számát,

$$x_{imin} = \min_k \{x_{ki}\}$$

$$x_{imax} = \max_k \{x_{ki}\}$$

$$\bar{x}_i = \sum_{k=1}^M x_{ki}$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_k (x_{ki} - \bar{x}_i)^2}{M-1}}$$

és x'_{ki} az x_{ki} normált értékét.

a.) Lineáris transzformálásnál

$$x'_{ki} = \frac{x_{ki} - x_{imin}}{x_{max} - x_{imin}}$$

ekkor

$$0 \leq x'_{ki} \leq 1$$

b.) Standard normálásnál

$$x_{ki} = \frac{x_{ki} - \bar{x}_i}{s_i}$$

Ebben az esetben a transzformált vektorokra

$$\bar{x}'_i = 0 \quad \text{és} \quad \sigma'_i = 1 \quad \text{teljesül.}$$

A normált adatok alapján számolt analóg hasonlóságokat a 2. ábrán részletezzük.

Az alkalmazott bináris távolság fogalmak értelmezése a 3. ábrán található. A hasonlósági mértéktől megkivánjuk, hogy

$$0 \leq S_{ij}^B \leq 1 \quad \text{ha} \quad i \neq j \quad \text{/i/}$$

$$S_{ij}^B = 1 \quad \text{ha} \quad i = j \quad \text{/ii/}$$

$$S_{ij}^B = S_{ji}^B \quad \text{/iii/}$$

teljesüljön. Az /ii/ feltétel miatt a Russell-Rao hasonlósági függvényt módosítottuk

$$S_{ij}^B = \begin{cases} \frac{n_{ij}}{L} & i \neq j = 1, 2, \dots, M \\ 1 & i = j \end{cases}$$

ANALÓG HASONLÓSÁG

$X_i^a = [x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iN}]$ i normált minta

N változók dimenziója

d_{ij} i, j minták távolsága

S_{ij}^A i, j -- hasonlósága

EUKLIDESI

COSINUS ϕ

$$d_{ij} = \left[\sum_{k=1}^N (x_{ik} - x_{jk})^2 \right]^{1/2}$$

$$h_{ij}^{\phi} = \frac{x_i x_j^T}{\|x_i\| \|x_j\|}$$

$$S_{ij}^A = 1 - \frac{d_{ij}}{P \cdot D}$$

$$S_{ij}^A = h_{ij}^{\phi}$$

$$LT: D=1; P=\sqrt{N}$$

$$SN: D = \max_{i,j} \{d_{ij}\}; P=1$$

BINÁRIS HASONLÓSÁG

$X_i^B = [x_{i1}^B, \dots, x_{iL}^B]$

L változók dimenziója

S_{ij}^B i, j minták hasonlósága

Russel-Rao

Roger-Tanimoto

Sokal-Michener

$$S_{ij}^B = \begin{cases} \frac{n_{ij}}{L} & i \neq j \\ 1 & i = j \end{cases}$$

$$S_{ij}^B = \frac{n_{ij} + n^j}{L + n^j}$$

$$S_{ij}^B = \frac{n_{ij} + n^j}{L}$$

n^j "0" egyezések

n_j "1" egyezések

n^i "0-1", "1-0" eltérések

} száma az i, j vektorok

} azonos bitpozícióiban

nézve

2. ábra

3. ábra

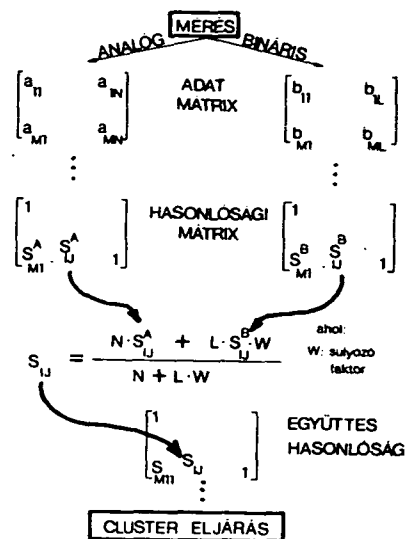
Bár a képletek formailag hasonlóak, lényeges elvi és gyakorlati alkalmazásbeli különbség van közöttük. A Russell-Rao formulát akkor célszerű választani, ha mintákban az IGEN válaszokat tekintjük fontosnak. Másszóval bizonyos tények meglétéből kívánunk következtetni az objektumok tulajdonságaira, míg a tények hiányát nem tekintjük informatívnak. A Roger-Tanimoto formula alkalmazásánál az IGEN és NEM válaszok (azaz a bináris minta "1" elemei és "0" elemei) egyforma súllyal jellemzik az objektumot. A hasonlósági képlet két minta eltérő elemeit fokozottan veszi figyelembe. A Sokal-Michener eljárás szintén egyformán jellemzőnek tekinti az IGEN és NEM válaszokat, de a két minta eltérő elemeit nem hangsúlyozza a hasonlóság számításnál.

Az együttes-hasonlósági együtthatók számítását szemlélteti a 4. ábra. A módszer alkalmazásával az /i/, /ii/ és /iii/ feltételek továbbra is teljesülnek.

4. Összefoglalás

A biológiai objektumok általános esetben analóg és bináris változók együttesével írhatók le. A szerzők által javasolt eljárás az analóg és biná-

ris hasonlóság alapján bevezeti az együttes hasonlóság fogalmát, a TPAi kisszámítógépen futtatott ABCL program pedig háromféle bináris hasonlóság számítás és kétfajta analóg távolságfüggvény alapján számított együttes hasonlósági mátrix elemein három típusú összekapcsolási módszer szerint képes a biológiai objektumokat osztályba sorolni. Az így előálló 18 féle clusterezési modell az első tapasztalatok szerint új ismereteket szolgáltat a biológiai objektumok mélyebb megismeréséhez.



4. ábra

Irodalom

- (1) Duran, B.S., Odell, P.L.: Cluster Analysis. A Survey, Springer-Verlag (1974)
- (2) Sokal, R.R., Sneath, P.H.A.: Principles of Numerical Taxonomy, San Francisco. W.H. Freeman and Comp. (1963)
- (3) Winkel, P.: Numerical Taxonomic Analysis of Cirrhosis. I. Comp. and Biomed. Res. 7, 100-110 (1974)
- (4) Rogers, D.J., Tanimoto, T.T.: A Computer Program for Classifying plants, Science, Vol. 132 (oct. 21, 1960)
- (5) Young, T.Y., Calvert, T.W.: Classification, Estimation and Pattern Recognition Am. Elsevier, 1974.

Szegedi Orvostudományi Egyetem Orvosi Biológiai Intézet és Szegedi
Orvostudományi Egyetem Számítástechnikai Központ

Fázis- és állapotsík módszer alkalmazása az idegi akciós potenciál dinamikájának és membránáram komponenseinek meghatározására

Török Attila és Eller József

Bernstein (1902) kísérletei óta tudjuk, hogy az idegsejt membránjának két oldala között, az intra-, ill. extracelluláris térben jelentővő egyenlőtlen ion-koncentráció miatt elektromos feszültség van, melyet nyugalmi potenciálnak nevezünk. Ez az időben állandónak tekinthető feszültség az ideg ingerülete alatt egy jellegzetes hullámzást mutat. Ez az akciós potenciál az ingerület folyamán lezajló változások legmarkánsabb jellemzője. Hodgkin és Huxley (1939) kimutatták, hogy ez a membrán elektromos vezetőképességében bekövetkező reverzibilis változások következménye.

Hodgkin, Huxley és Katz (1952) matematikai formába öntötték az akciós potenciállal egyidejűleg mérhető ingerületi áram kinetikáját. Ennek értelmében az ingerületi áram két komponensből áll, nevezetesen a kapacitív és az ionos tagból:

$$I(t) = C \frac{dU(t)}{dt} + I_i(t) \quad /1/$$

ahol C a membrán kapacitása, $U(t)$ az akciós potenciál időbeli alakulása, $I_i(t)$ az $I(t)$ teljes membránáram ionos komponense. Cole (1968) és más szerzők szerint, a C értéke az ingerület alatt is állandónak tekinthető.

Méréseinket az éti csiga garat alatti idegducának óriás neuronjain végeztük. Kiegyenlített egyenáramu Wheatstone-hid alkalmazásával szinkron regisztráltuk az $U(t)$ akciós potenciál és az $I(t)$ membránáram időbeli változásait. Ezeket az időfüggvényeket 25 sec-os mintavételezési idővel digitalizáltuk, és nyolc-csatornás lyukszalagon bináris formában tároltuk a további számítástechnikai feldolgozás céljára (Török, Máté, Szekeres, Bohus, Fodor: 1972.).

A C membránkapacitást a

$$\tau_m = R_m \cdot C \quad /2/$$

összefüggésből számítottuk ki hallgató, ill. autoaktív neuronokon alkalmazott hypo- és hyperpolarizáció során mért τ_m és R_m értékekből. Az U_{ny} nyugalmi potenciált 0-szintnek véve, az idegsejt membránjának feszültségét ugrásfüggvényyszerűen U_o potenciálra hypopolarizáltuk. Elégségesen hosszú ideig alkalmazva a hypopolarizációt, az ingeráram $|I_m|$ is gyakorlatilag konstansnak $|I_o|$ vehető. A membrán ekkor ismét steadystate állapotban van és az R_m nyugalmi ellenállást Ohm törvényéből számíthatjuk:

$$R_m = \frac{U_o}{I_o}, \quad /3/$$

Ennek megfelelően:

$$C = \frac{\tau_m I_o}{U_o} \quad /4/$$

adódik.

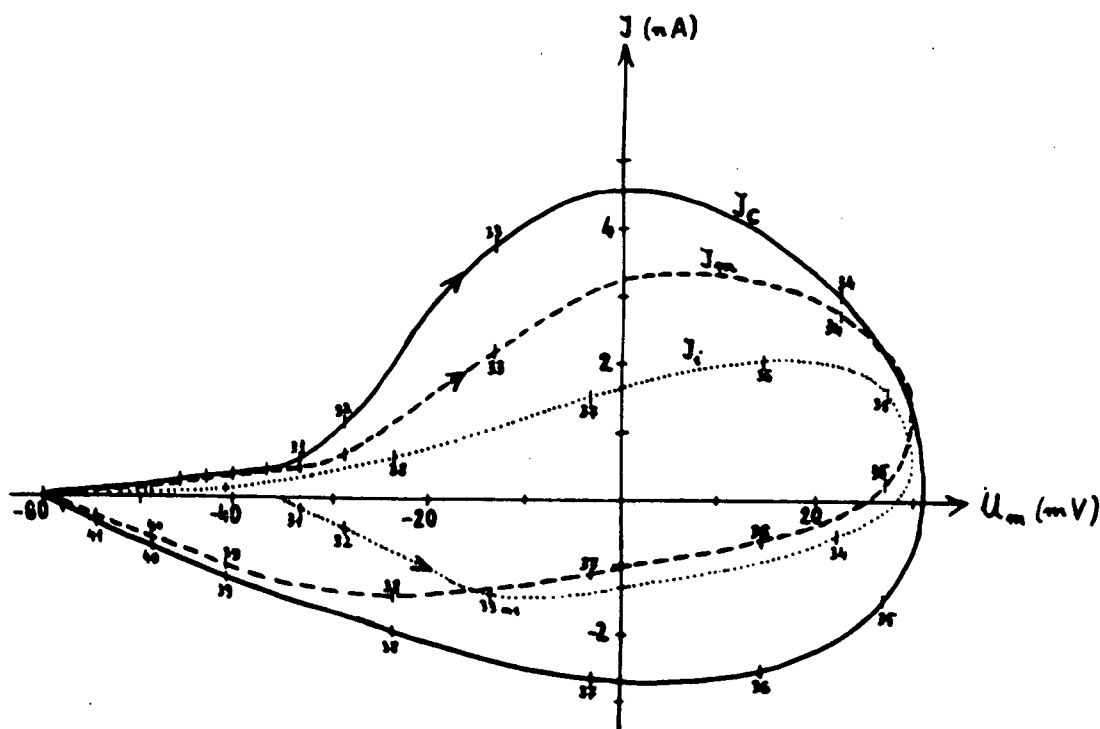
Az 1. ábrán bemutatott regisztrátumról a 4. egyenlet jobboldalán szereplő értékek leolvashatók. A τ_m adódik az

$$U_m(t) = U_o \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_m}}\right) \quad /5/$$

összefüggésből $t = \tau_m$ esetén (1. ábra felső kép, felszálló szaggatott vonal).

$$U_m(\tau_m) = U_o \cdot \frac{U_o}{e} \sim 0,63 \cdot U_o \quad /6/$$

Azaz τ_m az az idő, mely U_o nagyságú ugrásfeszültség alkalmazása esetén a hypopolarizálás kezdetétől számítva eltelik addig, amíg az U_m membránpotenciál érték az U_o 63 %-át eléri.



1. ábra

Idegsejtre ugrásfüggvényszerűen alkalmazott hypopolarizáció (folytonos vonal) hatására kialakult U_m membránpotenciál (szaggatott vonal), ill. I_m membránáram időbeli függése.

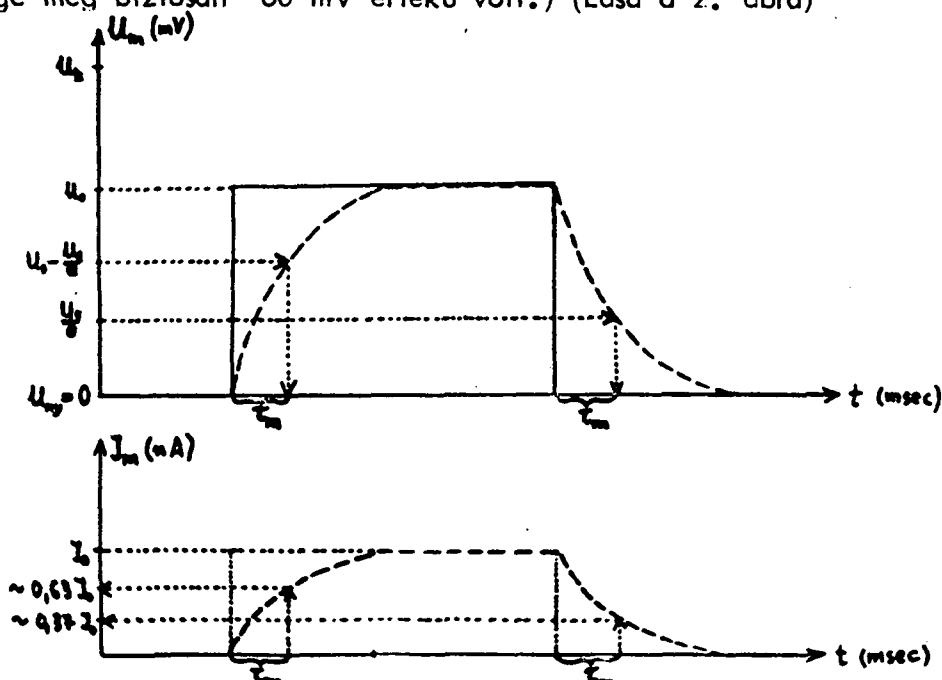
U_k küszöbpotenciál alatti hypopolarizáció esetén a membránellenállás nem mutat feszültségfüggést. Ugyanakkor hangsúlyozni kell, hogy a voltage-clamp technika, amellyel Hodgkin és munkatársai dolgoztak, ingerület esetén visszacsatolással lehetővé teszi konstans értéken tartott membránpotenciál alatti membránáramok mérését. Az e módszerrel nyert eredmények alapján - ha kissé fáradságos uton is - de sikerült elégséges módon leírni a membránáram ionos tag további komponenseinek (főleg a Na és K ionoknak) a kinetikáját.

Megítélésünk szerint nem hagyható figyelmen kívül az I kapacitív áram szerepe, továbbá szükséges az ingerlő (hypopolarizációs) és ingerületi (akciós) áram megkülönböztetése is. Az inger hatására kialakuló, tartósnak tűnő, feszültségfüggő membránellenállást indokolt passzívnak nevezni, mivel ez csak következménye a membránra kényszerített U_{ny} -tól

eltérő feszültségértéknek. Az ingerületi vezetőképesség-változást - amely szerepet játszik az akciós potenciál kialakulásában - aktiv folyamatnak tartjuk, mert ez az idegsejt reakciója az ingerre. Tehát a membránellenállás csökkenésének az ingerlő áram a kiváltója, míg az ingerületi áram a membrán aktiv vezetőképesség-növekedésének a következménye (Török: 1975.).

A kapacitiv áramtag, valamint az akciós áram tüzetesebb vizsgálatának érdekében spontán aktiv neuronokon végeztünk méréseket. $U_{ny} = -60$ mV nyugalmi potenciálról indul az akciós potenciál, és kb. -35 mV membránpotenciál értékig az $I_m = I_c$, ami azt jelenti,

hogy a mérés kezdetétől számított 30 msec-ig nem volt ionos áram. (Ez nem az akciós potenciál kezdetétől eltelt időt jelenti, ugyanis azt autoaktiv neuronok esetén nehéz meghatározni, hanem egy olyan tetszés szerinti időpontot választottunk 0-nak, amikor az idegsejt membránfeszültsége még biztosan -60 mV értékű volt.) (Lásd a 2. ábra)



2. ábra

Autoaktiv idegsejt ingerület alatti membránfeszültsége (U_m) és membránáram komponenseinek állapotsik trajektóriái. A görbéken lévő nyilak, ill. jelzések az időparaméter növekedésének irányát, ill. értékeit mutatják.

Tehát a kapacitív áramtag időben hamarabb lép fel, csúcser-tékét is előbb éri el, mint az ionos komponens, és általában erősebb is annál.

Jenerick (1963), Inoue (1971) és Carvalho (1975) izomrostra már alkalmazták a fázissík karakterisztika módszerét az ionos áramtag becslésére, mely az alábbi /7-9/ összefüggések alapján igen kézenfek-vőnek mutatkozott. A következőkben leírjuk az állapot- és a fázissík trajektóriákból levonható következtetéseket a membránáram komponense-inek dinamikájára vonatkozóan. Együttal megadjuk ezek elméleti alap-jait, és kísérletet teszünk másodrendű fáziskarakterisztika bevezetésére.

Az I_m akciós áramra ismeretesek az

$$I_m(t) = \frac{C}{k} \cdot U_m''(t) \quad /7/$$

$$I_m(t) = C \cdot U_m'(t) + \frac{U_m(t)}{R_m(t)} \quad /8/$$

$$I_m(t) = C \cdot U_m'(t) + I_i(t) \quad /9/$$

összefüggések, ahol $U_m'(t)$ a membrán potenciál időszerinti deriváltját jelenti, k pedig az idegsejt fizikai és geometriai adataiból számítható:

$$k = \frac{2 R_i \sqrt{C}}{r} \cdot$$

A /7/ és /9/ összefüggésből adódó differenciálegyenlet:

$$\frac{C}{k} U'' = C \cdot U' + I_i \quad /10/$$

(A továbbiakban az $U_m(t) \equiv U$ jelölést alkalmazzuk, és az időtől való függést sem tüntetjük fel.)

Átrendezés után /10/-ből

$$I_i = C \cdot \frac{1}{k} \cdot U'' - U' \quad /11/$$

Mivel az (U, U') fázissík trajektória kezdeti szakasza egyenes, (lásd 2. ábra, ahol $I_c = C \cdot U'$) a /10/ differenciálegyenlet erre az intervallumra vonatkozó megoldása

$$U = A \cdot e^{kt} \quad /12/$$

azaz $U' = kU$, vagyis k -t meghatározhatjuk, mint a trajektória kezdeti szakaszának iránytangensét. További deriválással /11/-ből

$$I_i = 0 \quad /13/$$

adódik az ingerület kezdeti szakaszára nézve. Vagyis nincs ionos áram, amíg a fázistrajektória egyenes. Ez következik a 2. ábra alapján a /9/ összefüggésből is.

Viszont a /10/ átalakításával nyerjük a következőt:

$$\frac{I_i}{C} = \frac{1}{k} U'' - U' \quad /14/$$

Mivel a /14/ egyenletben C és U ismert, mód kínálkozik a lyukszalagok alapján végzett számítógépes deriválások után a másodrendű fázistrajektóriából meghatározni I_i dinamikáját.

Mi a /7/ és /9/ összefüggéseket használtuk fel az ionos áramtag meghatározására.

$$I_i = I_m - C \cdot U' \quad /15/$$

Megállapítható, hogy a kapacitív áram $U_m = 0$ közelében veszi fel maximumát, mely esetünkben közelítőleg kétszerese az ionos tag legnagyobb értékének. Ez $U_m \sim 20$ mV-nál következik be. Felhívjuk a figyelmet, hogy az I_c és az I_i ellentétes irányban "forog".

Irodalom

- (1) Bernstein, J.: Untersuchungen zur Thermodynamie der bioelektrischen Ströme Erster Teil. Pflüg. Arch. ges. Physiol. 92, 521.
- (2) Carvalho, A.P.: Phase-plane determination of membrane current in propagated actions potentials: Possibilities and difficulties. In: Concepts of Membranes in Regulation and Excitation (ed. by M.R.Silva and G.Suarez-Kurtz) Raven Press New York.
- (3) Cole, K.S.: Membranes, Jons and Impulses Univ. of California Press. Berkeley and Los Angeles.
- (4) Cole, K.S., Curtis, H.J.: Electrical impedance of the squid giant axon during activity. J.gen.Physiol. 22., 649.
- (5) Hodgkin, A.L., Huxley, A.F., Katz, B.: Measurement of current-voltage relations in the membrane of the giant exon of Loligo. J. Physiol (London) 116, 424.
- (6) Inoue, F.: Membrane ionic current of the propagated action potential of the nerve. Jap. J.Physiol 21, 601.
- (7) Jenerick, M.: An analysis of the striated muscle fibre action current Biophys. J. 4, 77.
- (8) Salánki J., Lábó E.: Izom- és idegsejtek elektrofiziológiai vizsgáló-módszerei. MTA Biol. Oszt.Közl. 8., 89.
- (9) Török A., Máté E., Szekeres L., Bohus M., Fodor Zs.: Elemi idegi folyamat matematikai analizise. Számítástechnikai és kibernetikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és a biológiában. Kollokvium, Szeged, 1972.
- (10) Török A.: Receptor-neuron ingerületi folyamatának matematikai analizise. Kandidátusi értekezés. 1975.

MTA KFKI, Mérés- és Számítástechnikai Kutató Intézet

Bioelektromos jelsorozatok számítógépes modellezése

Ivanyos Lajos

"A modell valamely tárgy, vagy jelenség olyan reprezentánsa, mely megkönnyíti annak tanulmányozását" (1). Az itt ismertetésre kerülő modell a bioelektromos jelsorozatokot kiváltó folyamatok tanulmányozását kívánja segíteni a valóságban észleltékhez hasonló jelsorozatok előállításával és ezen keresztül a folyamat paramétereinek kísérleti meghatározásával.

1. Jelforrások jelének modellezése

Az elektromos jelsorozatot kibocsátó jelforrás, valamilyen gerjesztő hatásra, három összetevőre bontható jelet ad:

$$y(t) = A(t-t_x) + K(t-t_x) + F(t)$$

ahol A a t_x időpontban kezdődő gerjesztés áthatása, K a gerjesztés által kiváltott hatás és F a gerjesztés előtti állapot folytatása.

Feltételezéseim:

- a jelforrások belső (biológiai) gerjesztését Dirac impulzussal lehet közelíteni,
- minden jelforrás Dirac impulzussal kiváltott jele csillapodó harmonikus lengés, amelynek körfrekvencia- és csillapítás-paramétere a jelforrásra jellemző állandó.

A feltevéseknek megfelelően:

$$\begin{aligned} A(t-t_x) &= 0 \\ K(t-t_x) &= C_g e^{-\rho(t-t_x)} \sin \omega(t-t_x) 1(t-t_x) \\ F(t-t_x) &= C_e e^{-\rho t} \sin(\omega t + \varphi_e) \end{aligned}$$

Igy gerjesztésmentes időtartományokban:

$$y(t) = C e^{-\rho t} \sin(\omega t + \varphi) \quad \dots (I)$$

alaku. A paraméterek:

C_g, C_e, C állandók,

φ_e és φ állandó szögértékek,

ρ a csillapítás- és

ω a körfrekvencia.

Azonos ρ és ω paraméterekkel rendelkező jelforrások (jelforrás gó-cok) eredő jelét ugyancsak (I) írja le gerjesztésmentes szakaszon.

Az (I) alaku függvények néhány, a modell szempontjából lényeges tulajdonsága:

- autokovariancia függvényük hasonló alaku,
- az azonos hosszúságú, egymást követő időtartamokra számolt átlaguk ugyancsak hasonló függvény szerint változik,
- az azonos hosszúságú, egymást követő időtartamokra számolt teljesítményük exponenciálisan csökkenő görbe körül 2ω körfrekvenciával és 2ρ csillapítással ingadozik,
- Fourier transzformáltjuknak valós pólusa nincs, az abszolút érték maximuma $\rho/\omega < 1$ esetén

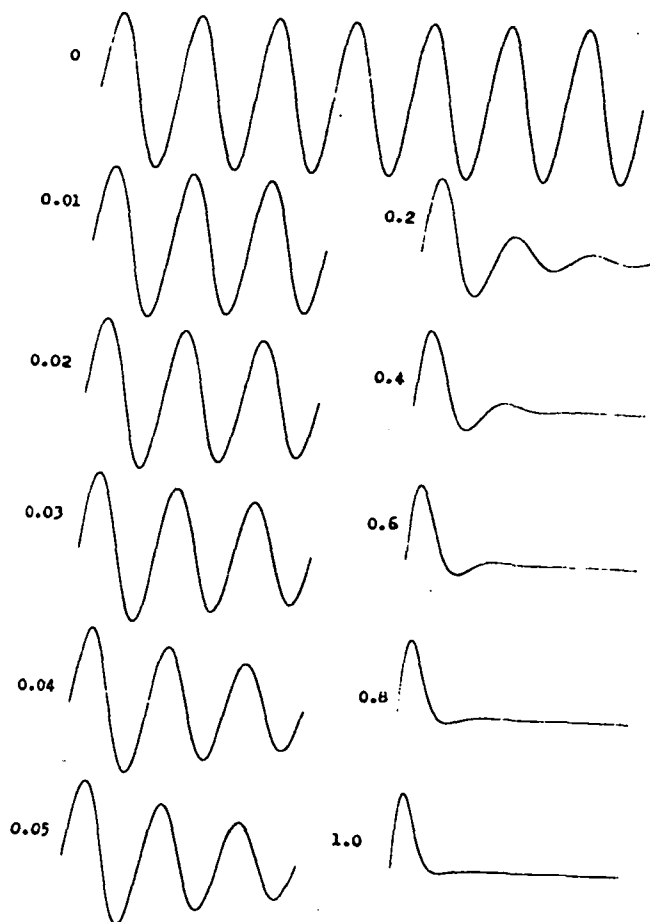
$$\omega_m = \sqrt{\omega^2 - \rho^2} \text{ -nél } C/2\rho \text{ értékű.}$$

Ezek a tulajdonságok megfelelnek az EEG és EMG jelsorozatok vizsgálatánál tapasztaltakkal /2,3/.

Az 1. ábra a gerjesztésmentes jelforrások alapjel-formáit mutatja különböző ρ/ω értékek esetén.

2. A detektált jelek modellezése

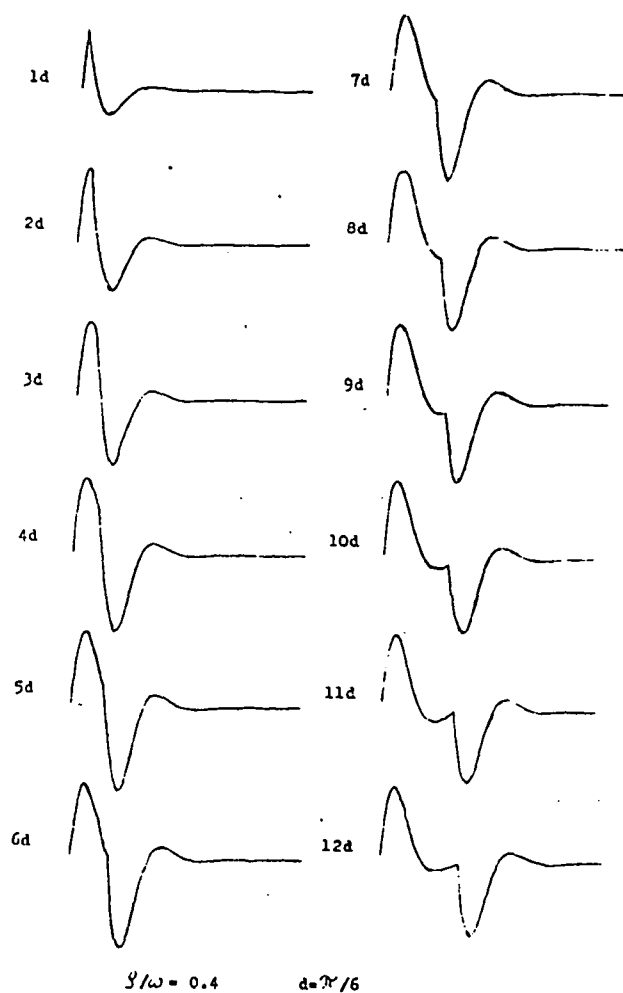
A detektált jel az érzékelő elektródák és a jelforrások geometriai elrendezésétől, a jelterjedési viszonyoktól és a működő jelforrások paramétereitől függ.



1. ábra

Feltételezem, hogy a jelterjedés lineáris. Így minden jelforrás leképezhető az elektródákra megfelelően választott amplitudó tényező és gerjesztési késleltetés számításba vételével. Az egyes elektródákra ilyen módon átranzformált jelforrások már nincsenek hatással a másik elektróda jelére, ez csupán a gerjesztések közötti késleltetés rögzített voltában nyilvánul meg.

A detektálásnál mindig két elektróda különbségi jelét képezzük. A 2. ábrán egyező amplitudó tényezőjű alapjelek különbségét képeztük különböző gerjesztési késleltetéssel.



2. ábra

3. A folyamatok modellezése

Az EEG és EMG jelsorozatokat kiváltó folyamatokat az ebben résztvevő jelforrások köre és ezek gerjesztési viszonyai jellemzik.

A jelforrások ω és η paraméterei egymástól eltérőek lehetnek, ez esetben a matematikai leírás bonyolult, a modell paraméterek meghatározása hosszadalmas.

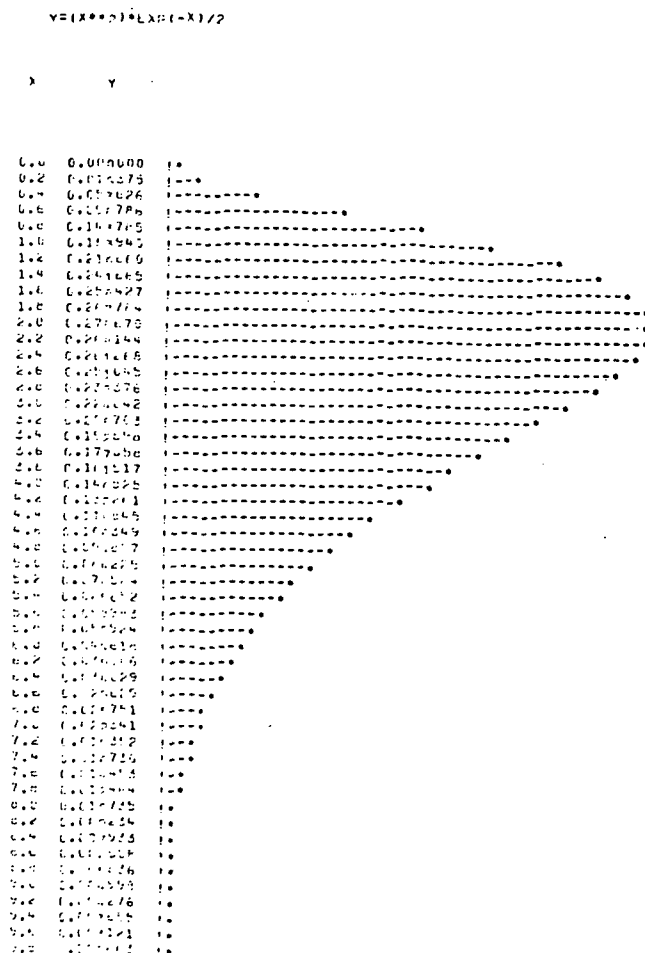
Azzal a feltételezéssel, hogy a vizsgált folyamat minden jel-

forrása azonos csillapítás-paraméterrel rendelkezik, az eredő jel matematikai alakja gerjesztésmentes szakaszon:

$$y_e(t) = e^{-\rho t} \sum_{k=1}^n (a_k \sin \omega_k t + b_k \cos \omega_k t)$$

Az a_k és b_k együtthatók az $x(t) = e^t y_e(t)$ függvény Fourier-felbontásával meghatározhatók.

A következő lépés a gerjesztések vizsgálata. Jellemzésük az eloszlás, ill. sűrűségfüggvény megadásával lehetséges. EMG jeleknél lehetséges az eloszlások kísérleti vizsgálata /4/, EEG jeleknél egyelőre a fordított út járható: a modellben különböző eloszlásfüggvényű gerjesztéseket alkalmazva kiválaszthatjuk a valóságot legjobban közelítő eloszlást. Elvi megfontolások alapján a magasabb rendű Poisson-eloszlások alkalmazhatóságát várjuk (3. ábra).



3. ábra

4. Számítógép program

A modellre készült interaktív program gráfikus output perifériával (plotter, grafikus display) rendelkező számítógépen minden olyan eloszlás-függvény kipróbálását lehetővé teszi, amelynek megfelelő véletlenszám-függvény rendelkezésre áll.

A program paraméterei:

A működő jelforrások száma,
jelforrásonként:

- a gerjesztő impulzus amplitudója
- a jelforrás frekvenciája
- a jelforrás csillapítása
- amplitudó tényező az 1. elektródára
- amplitudó tényező a 2. elektródára
- gerjesztési késleltetés az 1. és 2. elektróda között
- az első gerjesztés időpontja a program indításához képest
- az eloszlásnak megfelelő szubrutin azonosítója jönnek számításba,

zajszint,
amplitudó lépték,
idő lépték.

Irodalom

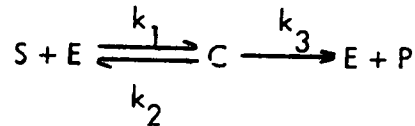
- (1) Petrik O.: Modellezés a technikában. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1966.
- (2) Tomka I., Ivanyos L., Tóth J.: EEG jelek számítógépes értékelése. III. Orvostechikai Konferencia, Bp.
- (3) Illyés S., Ivanyos L., Tóth J.: Akaratlagosan kiváltott motoros egységpotenciálok számítógépes feldolgozása. 7. Neumann Kolokvium, Szeged.
- (4) Tóth J., Nagy A., Illyés S.: Számítógépes eljárás a motoneuron károsulási közti időtartamok statisztikai elemzésére. IV. Orvostechikai Konferencia, Bp.
- (5) Gihman, Szkorohod: Bevezetés a sztochasztikus folyamatok elméletébe. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1975.

Semmelweis Orvostudományi Egyetem Számítástechnikai Csoport

Közönséges differenciálegyenletekkel leírható modellek paramétereinek
becslése

Magyar Gábor és Kanyár Béla

Az anyagcserefolyamatok, szabályozási mechanizmusok és más biológiai jelenségek matematikai leírására gyakran alkalmazunk közönséges differenciálegyenleteket. Ilyen esetekben is felmerül annak igénye, hogy a modellt, a differenciálegyenlet-rendszert és a mérési adatokat illesszük, a paramétereket becsüljük. Jellemző példaként említhető a Michaelis - Menten féle enzimkinetika (1) az 1. ábrán látható formában és differenciálegyenletekkel. Mérve pl. a szubsztrát (s) és a produktum (p) koncentrációjának időbeli alakulását, szeretnénk számolni, becsülni a k_1 , k_2 és k_3 reakciósebességeket, miközben a változók és paraméterek közti kapcsolat a felírt nemlineáris differenciálegyenletek alakjában adott.



$$\dot{s} = -k_1 \cdot s \cdot e + k_2 \cdot c$$

$$\dot{e} = -k_1 \cdot s \cdot e + (k_2 + k_3) \cdot c$$

$$\dot{p} = k_3 \cdot c$$

1. ábra

A Michaelis-Menten féle enzimkinetika. E: enzim, S: szubsztrát, C: komplex, P: produktum. A kis betűk a megfelelő koncentrációkat jelölik, k: transzportsebességek, paraméterek.

Célunk olyan hatékony számítógépi program kialakítása volt, mellyel az említett feladatok elég széles osztálya megoldható. Az elkészült program segítségével lehetőség nyílik a kezdőértékek parametrizálására, a rendszerkomponensek paraméteres és nemparaméteres kombinálására (pl. több komponens együttes hatását mérjük) és a vizsgálat alatti beavatkozás figyelembe vételére (pl. szakaszos gyógyszeradagolás).

Feladatunkat két fő részre bonthatjuk. Az egyik a nemlineáris regresszió, a paraméterbecslés, a másik pedig a megfigyelési függvény kiszámolása, a differenciálegyenlet-rendszer megoldása. Az algebrai függvények illesztéséhez viszonyítva most a megfigyelési függvény számolására nagyobb gondot kell fordítani, mert a differenciálegyenlet numerikus megoldása erősen műveletigényes feladat.

1. A megfigyelési függvény számolása, a differenciálegyenlet rendszer megoldása

A kinetikai egyenleteknél gyakran előfordul, hogy a paraméterek értékei nagyon különböznek (akár több nagyságrenddel is) és ezért a megoldás egyes komponensei időben nagyon gyorsan, míg más komponensei nagyon lassan változnak, un. stiff, vagy merev differenciálegyenletekkel van dolgunk. Merev differenciálegyenletek megoldására az explicit megoldó módszerek nem alkalmazhatók, ezért feladatunkhoz a Gear-féle módszert (2,3) használtuk. A Gear-módszer a

$$\beta_0 y_n + \beta_1 y_{n-1} + \dots + \beta_k y_{n-k} = h y'_n \quad (k=3,4,5,6) \text{ alakú}$$

A (α) -stabilis lineáris többlépéses módszerek, az

$$y_{n+1} = y_n + \frac{h}{2} (y'_n + y'_{n+1}) \text{ képlettel leírható A-stabilis}$$

trapéz szabály és egy Adams-Bashforth típusu módszer feladattól függő variálásával dolgozik. A módszert előzőleg több feladaton is kipróbáltuk, és Strehó Mária (4), valamint Kropholler és Senior (5) eredményeihez hasonlóan gyorsabb volt az IBM SSP Runge-Kutta módszerénél (6), és olyan feladatokra is alkalmazható volt, amelyekre a Runge-Kutta módszer nem működött.

A Gear-módszer hátránya, hogy viszonylag sok egyenletből álló rendszer esetén csökken a megoldás megbízhatósága, valamint oszcilláló

megoldásnál gyakran a felszálló ág utáni leszálló ágat nem követi, hanem tovább növekszik (4,7,8).

2. Nemlineáris regresszió, paraméterbecslés

A nemlineáris regresszióhoz a súlyozott legkisebb négyzetek módszerét használjuk. A négyzetösszeg minimalizálásához egyrészt a Gauss-Newton gradiens módszert, a BMDX85 programnak (9), másrészt a Marquardt eljárást (10), a Meeter és Wood által készült programnak (11) egy-egy részét alkalmazzuk.

Irodalmi utalások és saját tapasztalatunk szerint is a Marquardt eljárás általában gyorsabb, mint a Gauss-Newton módszer, ezért ennek alkalmazását javasoljuk.

A gradiens-eljárások esetén számolni kell a megoldásfüggvény paraméterek szerinti differenciálhányadosát is. Ezt a Marquardt eljárás esetén kétoldali numerikus deriválással becsüljük. Próbálkoztunk még az un. érzékenységi egyenletekkel (12), melyek segítségével a paraméterek szerinti deriváltak egy nagy differenciálegyenletrendszer megoldásával számolhatók. Ezirányu vizsgálatainkban sok numerikus probléma lépett fel.

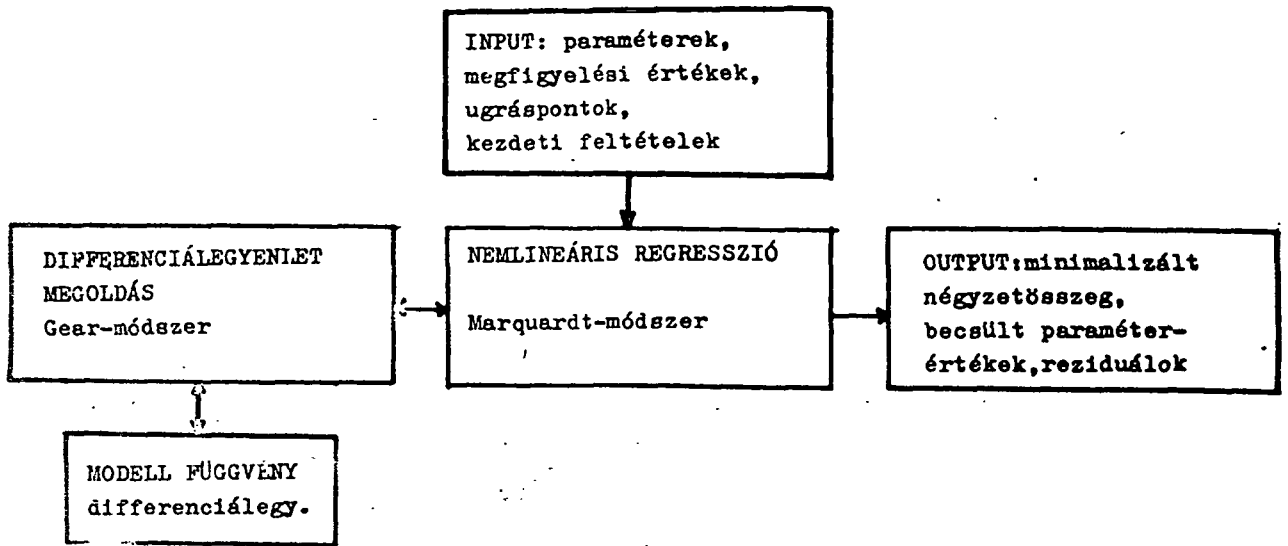
3. A program szerkezete

Mivel eddigi problémáink lényegében az anyagcsere, a gyógyszerkinetika területén merültek fel, programunk input formátuma ilyen jellegű tükröz. Inputként - a 2. ábra szerint - meg kell adni a megfigyelési értékeket (adatokat), a paraméterek és a differenciálegyenletek kezdeti értékeit, az ugráspontok számát, időpontját és nagyságát. A vizsgált eset differenciálegyenleteit, az egyenletek azon komponenseit, amelyekből az illesztendő függvényt képezzük és a képzés módját az un. modell szubrutinban kell leírni.

A program jelenlegi formájában 200 megfigyelési érték, 20 paraméter, 10 differenciálegyenlet, 5 komponensben komponensenként 20 ugráspont kezelésére alkalmas, memóriaigénye 115 Kbyte.

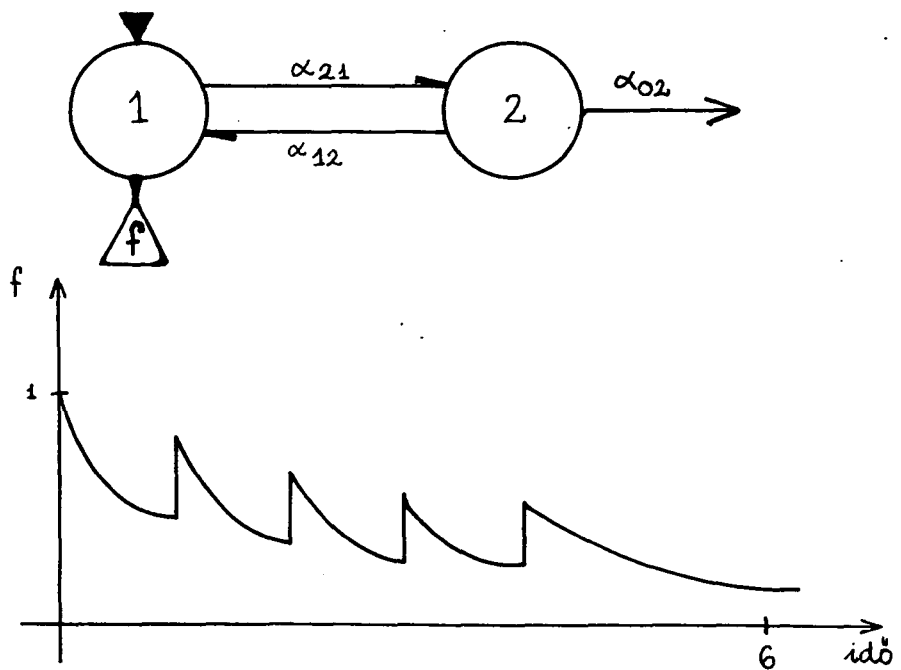
4. Próbafeladat

Programunkat ellenőrzés céljából a 3. ábrán látható rekeszmodell α paramétereinek becslésére alkalmaztuk. A modellt az



2. ábra
A program szerkezete

1 ; 0,2 ; 0,2 ; ...



3. ábra
A próbafeladathoz alkalmazott rekeszmodell és a mérési görbe alakja.
 α : transzportegyütthatók, y : megoldásfüggvények (anyagkoncentrációk)

$$\dot{y}_1 = -\alpha_{21}y_1 + \alpha_{12}y_2$$

$$\dot{y}_2 = \alpha_{21}y_1 - (\alpha_{12} + \alpha_{02})y_2$$

egyenletekkel írhatjuk le, ahol y_1 és y_2 az 1., ill. 2. rekeszben lévő anyagmennyiséget jelöli, \dot{y}_1 és \dot{y}_2 pedig az idő szerinti deriváltak.

Az ábra szerint anyagmennyiségeket 1 és 0,2 adagokban különböző időpontokban az 1. rekeszhez adunk. A mérés szintén az 1. rekeszben történik és az ábra alsó felén látható görbealakot kapjuk. Az illesztésre felhasznált adatokat, összesen 18 pontot, szimulálással kaptuk a $0 < t < 6$ időtartományban.

2 REKESZES APPARAT, DEP.VAR.1 -1' V = 3,22E-01 MAX V = 9,780E-01 RANGE Y = 6,480E-01

| IND.VAR. (I) | NAME | COEFF. B (I) | S.E. COEFF. | T-VALUE | 95% CONFIDENCE LIMITS | |
|--------------|------|--------------|-------------|----------|-----------------------|----------|
| | | | | | LOWER | UPPER |
| 1 | | 4,68949E-01 | 1,37E-02 | 3,37E 01 | 4,32E-01 | 4,98E-01 |
| 2 | | 1,17979E-01 | 3,11E-03 | 3,87E 02 | 1,17E-01 | 1,19E-01 |
| 3 | | 2,61997E-01 | 1,18E-03 | 3,24E 01 | 2,45E-01 | 2,79E-01 |

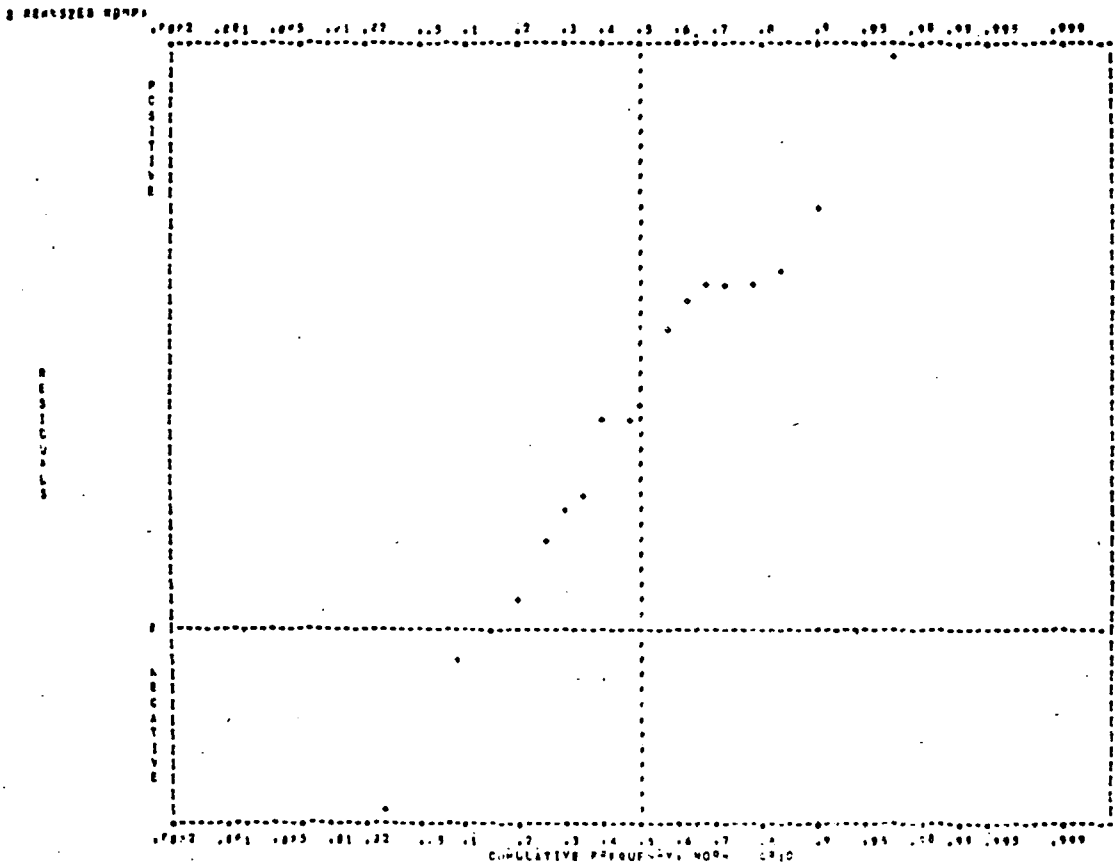
NO. OF OBSERVATIONS 18
NO. OF COEFFICIENTS 3
RESIDUAL DEGREES OF FREEDOM 15
RESIDUAL ROOT MEAN SQUARE 0,2677597
RESIDUAL MEAN SQUARE 0,26771693
RESIDUAL SUM OF SQUARES 0,175397

| ORIG. Y | RESIDUAL *** | ORIG. Y | ORDERED RESID. | SEQ. |
|------------|--------------|------------|----------------|------|
| 0,8075084 | 0,0184396 | 0,2718593 | 0,0501497 | 1 |
| 0,7925089 | 0,0304499 | 0,410146 | 0,0766854 | 2 |
| 0,7206375 | 0,0291675 | 0,533332 | 0,0314668 | 3 |
| 0,6335337 | 0,0314668 | 0,7925089 | 0,0304499 | 4 |
| 0,5913146 | 0,0766854 | 0,866263 | 0,0303737 | 5 |
| 0,5026872 | 0,0809978 | 0,4629777 | 0,0300928 | 6 |
| 0,5006203 | 0,0223737 | 0,7206375 | 0,0291675 | 7 |
| 0,76691176 | 0,0350874 | 0,76691176 | 0,0254874 | 8 |
| 0,6132203 | 0,0187137 | 0,3341934 | 0,0189466 | 9 |
| 0,537,011 | 0,0079309 | 0,4132863 | 0,0187137 | 10 |
| 0,502069 | 0,0119472 | 0,8673614 | 0,0184396 | 11 |
| 0,5296098 | 0,0123452 | 0,9544564 | 0,0119462 | 12 |
| 0,6861389 | -0,0161229 | 0,5296349 | 0,0103452 | 13 |
| 0,5424096 | 0,0025303 | 0,5178411 | 0,0079309 | 14 |
| 0,4395033 | 0,0251367 | 0,5424096 | 0,0025303 | 15 |
| 0,4103892 | -0,0020592 | 0,4598437 | 0,0001367 | 16 |
| 0,334,934 | 0,0189446 | 0,4103892 | -0,0020592 | 17 |
| 0,2718593 | 0,0501497 | 0,6861229 | -0,0161229 | 18 |

4. ábra

Az eredmény (output) lista egy részlete.

A 4. ábrán látható egy eredményrészlet, a paraméterek értéke, hibája, konfidencia intervalluma, a reziduálok (a mért és számolt értékek különbsége) és más járulékos eredmény. A reziduálok empirikus eloszlásfüggvényére vonatkozik az 5. ábra.



5. ábra

A reziduálok empirikus eloszlásfüggvénye.

Az ismertetett munka során célunk az volt, hogy az orvostudomány és biológia területén előforduló differenciálegyenletrendszerek paramétereit becsüljük a mérési adatokból. Az alkalmazott Marquardt, nemlineáris regressziós és Gear differenciálegyenlet-megoldó eljárásokat matematikai és számítástechnikai szempontokat is figyelembe véve választottuk. Az így elkészített program a problémáink megoldásánál az eddig alkalmazott módszerekkel szemben hatékonyabb (gyorsabb, stabilabb, megbízhatóbb). A program előnye, hogy kinetikai feladatokhoz elég általános, kevés kiegészítő programozás szükséges alkalmazásához.

Irodalom

- (1) Keleti T.: Enzimkinetika (Jegyzet) ELTE TTK, 1976.
- (2) Gear, C.W.: DIFSUB for Solution of Ordinary Differential Equations. CACM, 14, 185-189 (1971)
- (3) Gear, C.W.: The automatic integration of ordinary differential equations. Comm. ACM 14, 176-179 (1971)
- (4) Strehó M.: Stiff típusú közönséges differenciálegyenletek közelítő megoldásáról. SZTAKI tanulmányok, 1976.
- (5) Kropholler, H.W., Senior, P.R.: Successful Use of Gear's Method for Solving a Problem Posed by Chandler et al. Comp. Biomed. Res. 9, 163-157 (1976)
- (6) IBM System/360 Scientific Subroutine Package. Version III. (360A-CM-03X), 1970.
- (7) Galántai A., Strehó M.: Stiff problémák I. ELTE TTK, Numerikus és Gépi Matematika Tanszék, 1976/1.
- (8) Galántai A., Strehó M.: Stiff problems II. ELTE TTK, Numerikus és Gépi Matematika Tanszék 1976/8.
- (9) Biomedical Computer Programs (BMD), X-Series Supplement Univ. Calif. Press, 1972. Los Angeles
- (10) Marquardt, D.W.: An Algorithm for Least-Squares Estimation of Nonlinear Parameters. J.Soc. Indust. Appl. Math., 11, 431-441 (1963)
- (11) Meeter, D.A., Wood, F.S.: GAUSHAUS, IBM Corporation Program Information Dept. 1969. New York
- (12) Dickinson, R.P., Gelinas, R.J.: Sensitivity Analysis of Ordinary Differential Equation System. A Direct Method. J.Comput. Physics 21, 123-143 (1976)

CHINOIN Gyógyszer és Vegyészeti Termékek Gyára RT. és
Eötvös Lóránd Tudományegyetem

A légzés kémiai szabályozásának számítógépes modellezése és szimu-
lációja

Deutsch Tibor és Irinyi György

Bevezetés

A légzés révén valósul meg az élő szervezet és környezete közötti gőzcseré. A gázok hordozója a vér, melynek áramlását a szív működés biztosítja.

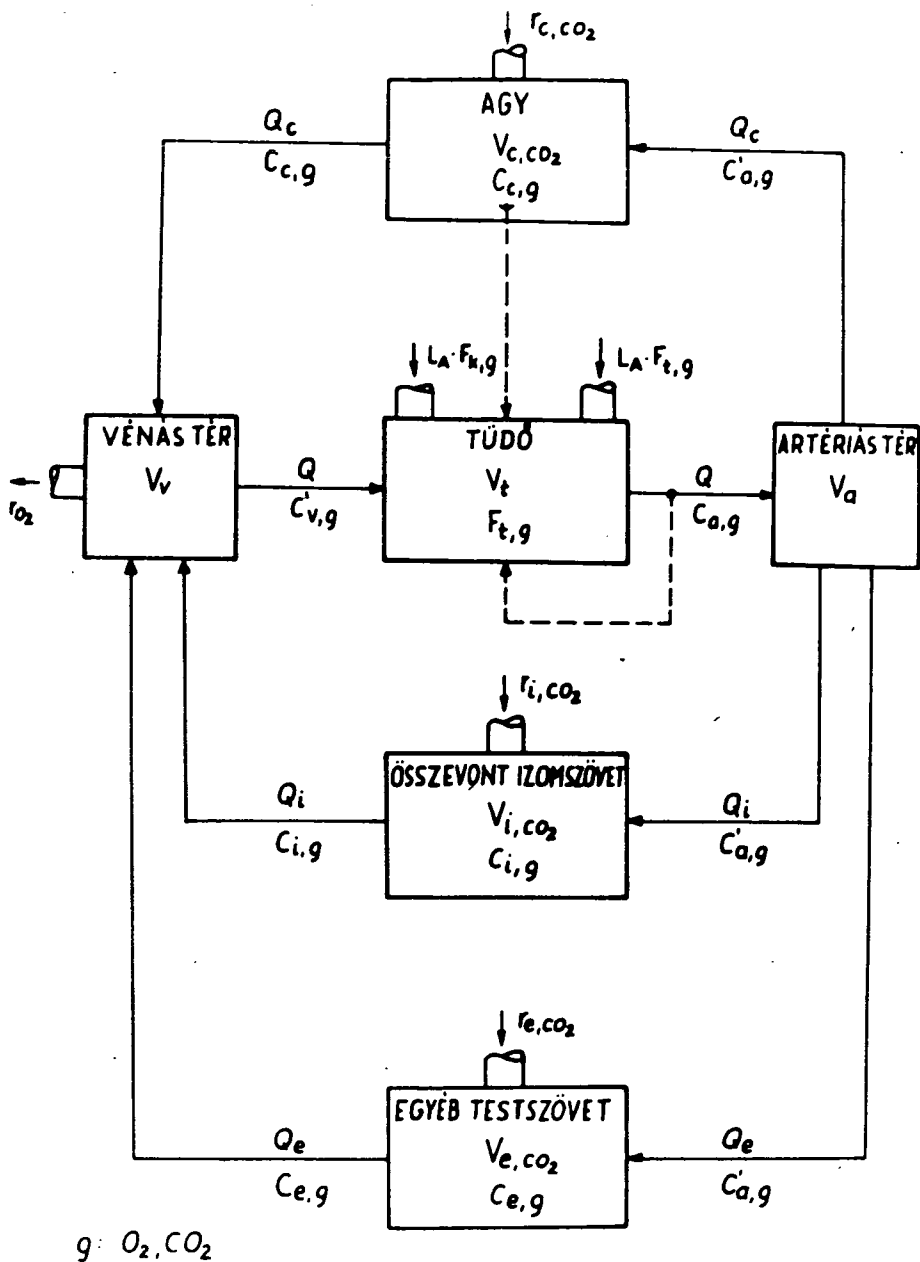
Dolgozatunkban a légzési rendszer kémiai szabályozásának modellezésével foglalkozunk. Vizsgáljuk a légzési rendszer válaszát a környező levegő megnövekedett széndioxid tartalma esetén. A gázkoncentrációkban bekövetkező változást kemoreceptorok észlelik és a beavatkozás döntően az alveoláris ventiláció módosulásában jelentkezik.

Grodins, F.S. és mtsai 1954-ben megjelent közleménye (1) jelentette a kémiai szabályozás modellezésére tett első kísérletet. Az időközben kidolgozott modellek lényegében a Grodins-féle "légzési kemosztát" finomításai (2-8).

Modellünk felépítésénél arra törekedtünk, hogy a szabályozó összefüggések megfelelő bővítésével alkalmazható legyen fizikai munkavégzés során lezajló folyamatok leírására is. Ezért az egyes testrészek fizikai munka végzésekor fellépő oxigénigényét a kompartmentumok kialakításánál alapvető szempontként vettük figyelembe.

1. A légzési rendszer kémiai szabályozásának modellje

A kidolgozott modellünk alapjául szolgáló rendszer sémáját az 1. ábrán mutatjuk be.



1. ábra
A légzési-keringési rendszer modellje

Rendszerünk tüdőteret, 3 párhuzamosan kapcsolt oxigénfogyasztót (összevont izomszövet, agy, egyéb testszövet), továbbá vértároló szerepet játszó és egyben a vérkeringésből származó időkésést szimuláló tereket (artériás-, vénás tér) tartalmaz. A modellezés során az alábbi feltevésekből indultunk ki:

a.) A rendszert alkotó fogyasztó és tároló terekben az oldott gázokra vonatkozóan megoszlási egyensúly áll fenn. Ez azt jelenti, hogy a szöveteket elhagyó vérben a szállított gázoknak a szövetekével, megegyező egyensúlyi tenziója alakul ki.

b.) A tüdő tér merev falu. Nem vesszük figyelembe a légzés különböző fázisait és a keringés pulzáló jellegét.

c.) Az egyes kompartmentumok oxigén-fogyasztását nulladrendű kémiai reakciónak tekintjük és nyugalmi metabolizmusuk értékével jellemezzük. A termelt széndioxid és a felhasznált oxigén viszonya 1.

d.) A szállított gázok oldékonyságát kifejező összefüggések lineárisak és a vér, illetve szöveti terekre vonatkozóan azonosak.

e.) A szöveti kompartmentumok oxigén tartalma a vérterekhez viszonyítva - a hemoglobinhoz való kötődés miatt - elhanyagolható. Az izomszövet mioglobinjához kapcsolódó oxigén mennyiségét nem vesszük figyelembe.

f.) Az alveoláris ventiláció a tüdőt elhagyó artériás vér O_2 és CO_2 , valamint az agyi artériás vér CO_2 szintjének nem additív függvénye (9).

A felsorolt egyszerűsítések alapján kidolgozott matematikai modellt az alábbiakban ismertetjük:

A tüdő tér mérlegegyenletei:

$$\frac{dF_{t,g}}{dt} = \frac{Q(c'_{v,g} - c_{a,g}) + L_A(F_{k,g} - F_{t,g})}{V_t}, \quad g = O_2, CO_2$$

A szöveti terek széndioxidra vonatkozó mérlegegyenletei:

$$\frac{dc_{n,CO_2}}{dt} = \frac{Q_n(c_{a,CO_2} - c_{n,CO_2}) + r_{n,CO_2}}{V_{n,CO_2}}, \quad n = \begin{cases} i: \text{izomszövet} \\ c: \text{agy} \\ e: \text{egyéb} \end{cases}$$

Az artériás és vénás terekre vonatkozó mérlegegyenletek:

$$\frac{dc'_{a,g}}{dt} = \frac{Q(c_{a,g} - c'_{a,g})}{V_a}, \quad g = O_2, CO_2$$

$$\frac{dc'_{v,O_2}}{dt} = \frac{Q(c'_{a,O_2} - c'_{v,O_2}) + r_{O_2}}{V_v}$$

$$\frac{dc'_{v,CO_2}}{dt} = \frac{Q_i c_{i,CO_2} + Q_c c_{c,CO_2} + Q_e c_{e,CO_2} - Q c'_{v,CO_2}}{V_v}$$

Az oldott gázok disszociációs egyenletei:

$$c_{a,O_2} = a_1 p_{a,O_2} + a_2, \quad \text{ahol} \quad p_{a,O_2} = p_k F_{t,O_2}$$

$$c_{a,CO_2} = b_1 p_{a,CO_2} + b_2, \quad \text{ahol} \quad p_{a,CO_2} = p_k F_{t,CO_2}$$

A gáztenziók hatása az alveoláris ventilációra (9):

$$L_A = 50 \left(1 - \frac{p_{a,O_2}^{-25}}{p_{a,O_2}^{-22,5}} \right) + 2220 \frac{p_{a,CO_2}^{-40}}{p_{a,CO_2}^{+30}} \left(1 - \frac{p_{a,O_2}^{-25}}{p_{a,O_2}^{-22,5}} \right) + 115 \frac{p'_{a,CO_2}^{-37}}{p'_{a,CO_2}^{+33}}$$

Az alábbiakban a modellegyenletekben szereplő változók és paraméterek értelmezését adjuk meg, feltüntetve azok (nyugalmi) értékét is.

| | | | | | |
|--------------|---|---------------------------------|--------------|---------|-----|
| F_{t,O_2} | : | a tüdő tér O_2 koncentrációja | [térf. tört] | (0,148) | (4) |
| F_{t,CO_2} | : | " CO_2 | " " | (0,056) | (4) |
| F_{k,O_2} | : | a külső levegő O_2 | " " | (0,20) | |
| F_{k,CO_2} | : | " CO_2 | " " | | |

| | | | |
|---------------|--|--------|-------|
| c_{a,O_2} | : a tüdőből távozó vér O_2 koncentrációja [térf. t.] | (0,19) | (7) |
| c_{a,CO_2} | : a " " " CO_2 " " | (0,50) | (7) |
| c'_{a,O_2} | : az artériás teret elhagyó vér O_2 " " | (0,19) | (7) |
| c'_{a,CO_2} | : az artériás teret elhagyó vér CO_2 " " | (0,50) | (7) |
| c_{n,CO_2} | : az n-edik szöveti teret elhagyó vér CO_2 koncentrációja, $n=i,c,e$ " | " | |
| c'_{v,O_2} | : a tüdőbe lépő vénás vér O_2 koncentrációja " | (0,15) | (7) |
| c'_{v,CO_2} | : a " " " " CO_2 " " | (0,54) | (7) |
| p_{a,O_2} | : a tüdőtérben uralkodó O_2 tenzió [Hgmm] | | |
| p_{a,CO_2} | : a " " " CO_2 " " | | |
| p'_{a,CO_2} | : az artériás térből kilépő vérrel egyensúlyt tartó CO_2 tenzió " | | |
| p_k | : a vizgóz tenzióval csökkentett külső légnyomás " | (713) | |
| V_t | : a tüdő tér térfogata [lit] | (2,5) | (7) |
| V_a | : az artériás tér térfogata " | (2,4) | (7) |
| V_v | : a vénás " " " | (3,6) | (7) |
| V_{i,CO_2} | : az izom szövet széndioxidos térfogata " | (29,4) | (7) |
| V_{c,CO_2} | : az agy " " " " | (0,9) | (3) |
| V_{e,CO_2} | : az egyéb " " " " | (11,1) | (3,7) |
| L_A | : az alveoláris ventilláció [lit/min] | | |
| Q | : a véráramlás térfogat sebessége " | (5,6) | (7) |

| | | | | |
|--------------|--|-----------|-------------------------|-------|
| Q_i | : az izomszöveten áthaladó véráram | [lit/min] | (5,6) | (7) |
| Q_c | : az agy " " " " | " | (0,75) | (6) |
| Q_e | : az egyéb " " " " | " | (0,3) | (7) |
| r_{O_2} | : a szervezet O_2 fogyasztása | " | (-0,25) | (6) |
| r_{i,CO_2} | : az izom szövet CO_2 termelésének sebessége | " | (0,038) | (7) |
| r_{c,CO_2} | : az agy szövet CO_2 termelésének sebessége | " | (0,046) | (6) |
| r_{e,CO_2} | : az egyéb test szövet CO_2 termelésének sebessége | " | (0,166) | (6,7) |
| a_1 | : az O_2 oldódási egyenletében szereplő állandó | [1/Hgmm] | $(1,625 \cdot 10^{-4})$ | (7) |
| a_2 | : az O_2 oldódási egyenletében szereplő állandó | [térf.t.] | (0,1756) | (7) |
| b_1 | : a CO_2 oldódási egyenletében szereplő állandó | [1/Hgmm] | $(6,5 \cdot 10^{-3})$ | (7) |
| b_2 | : a CO_2 oldódási egyenletében szereplő állandó | [térf.t.] | (0,244) | (7) |

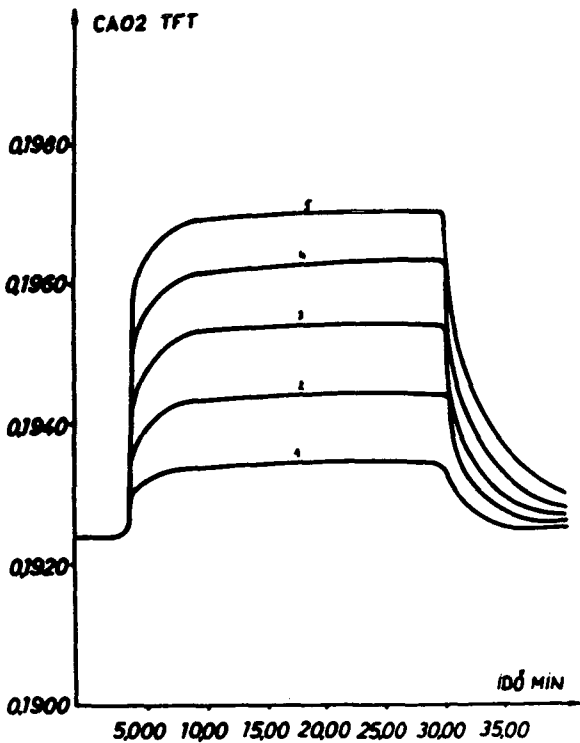
2. Szimulációs vizsgálatok

Az előzőekben ismertetett matematikai modell alapján számítógépes programot készítettünk. A differenciálegyenletrendszer integrálására negyedrendű Runge-Kutta módszert alkalmaztunk. A szimulációs vizsgálatokat a program felhasználásával végeztük.

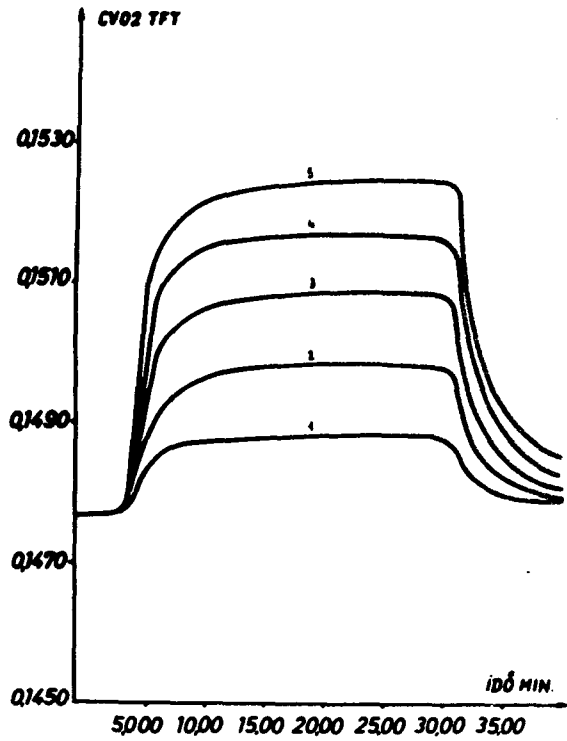
A szimuláció során a belélegzett levegő CO_2 koncentrációját az alábbi időfüggvény szerint változtattuk:

$$F_{k,CO_2} = \begin{cases} 0,003 & 0 < t \leq 3 \text{ min} \\ [CO_2] & 3 < t \leq 30 \text{ " } \\ 0,003 & 30 < t \leq 40 \text{ " } \end{cases}, [CO_2] = 0,01, 0,02, \dots, 0,05$$

Az alveoláris ventiláció, valamint az artériás és vénás gázkoncentrációk időbeli alakulását a 2a-e. ábrák mutatják. A görbéken alkalmazott számjelzés a külső levegő százalékos CO_2 tartalmára utal.



2a. ábra

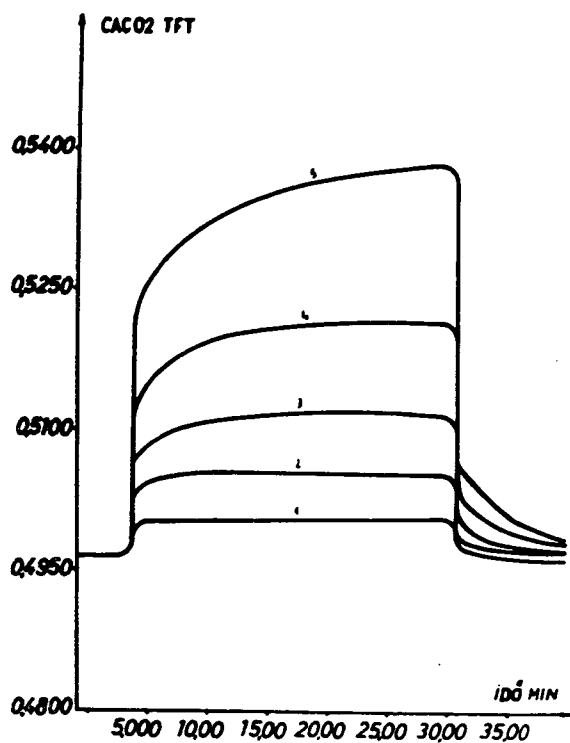


2b. ábra

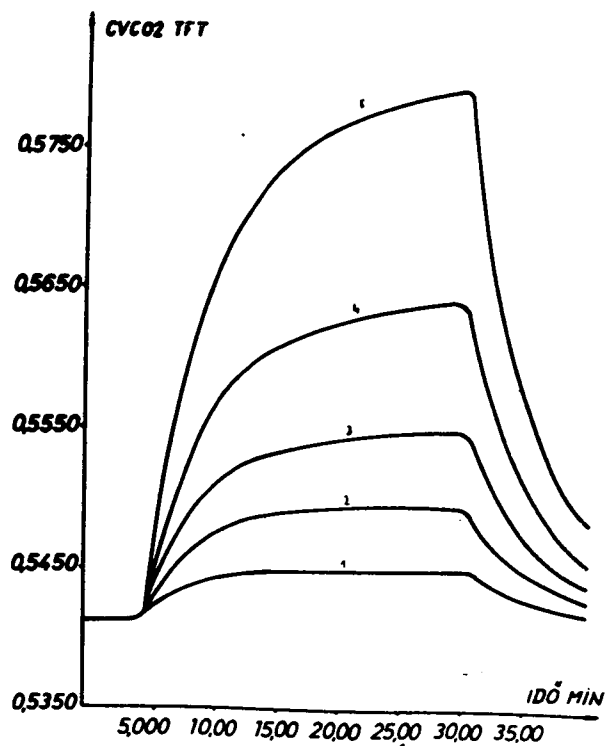
A légzés-keringési rendszer jellemző paramétereinek alakulása a belélegzett levegő megnövekedett CO_2 tartalma esetén.

2a: c_{a,O_2} artériás O_2 koncentráció

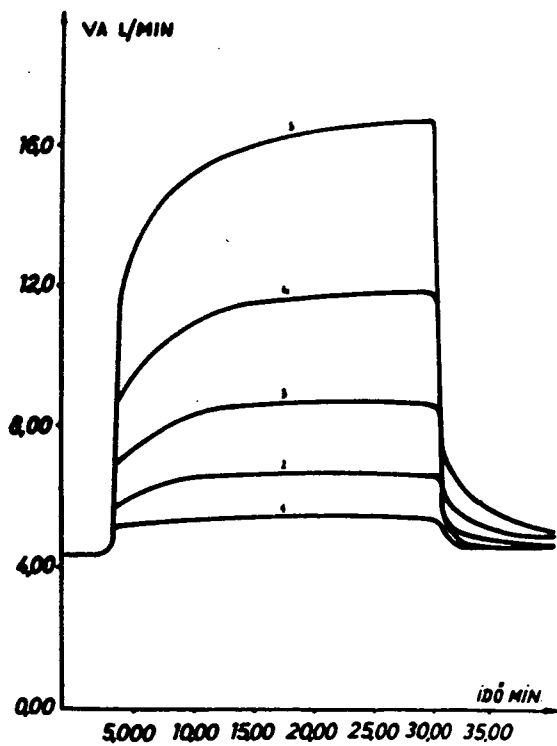
2b: c'_{v,O_2} vénás O_2 koncentráció



2c. ábra



2d. ábra



2e. ábra

2c: c_{a,CO_2} artériás CO₂ koncentráció

2d: c'_{v,CO_2} vénás CO₂ koncentráció

2e: L_A alveoláris ventiláció

A 2a,b. ábrák az O_2 szintek kismértékű emelkedését mutatják, amely a megnövekedett alveoláris ventiláció következménye. A 2c,d, e. ábrákon szereplő görbék párhuzamosan haladnak, érdekességük, hogy a magas CO_2 tartalmu környezethez történő alkalmazkodás lényegesen hosszabb idő alatt zajlik le, mint az alapállapotba való visszatérés. A 2e. ábrán látható szimulációs eredmények jól egyeznek az irodalomban szereplő kísérleti adatokkal (4).

Végezetül megjegyezzük, hogy a modell továbbfejlesztése és alkalmazási körének bővítése folyamatban van.

Irodalom

- (1) Grodins, F.S., Gray, S., Schröder, K.R., Nörins, A.L., Jones, R.W.: Journal of Applied Physiology, 7, 283, 1954.
- (2) Longobardo, G.S., Cherniak, N.S., Fishman, A.P.: Journal of Applied Physiology, 21, 1939, 1966.
- (3) Milhorn, H.T., Benton, R., Ross, R., Guyton, A.C.: Biophysical Journal, 5, 27, 1965.
- (4) Grodins, F.S., Buell, J., Bart, A.: Journal of Applied Physiology, 22, 260, 1967.
- (5) Horgan, J.D., Lange, L.R.: IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 15, 119, 1968.
- (6) Lightfoot, E.N.: Transport Phenomena in Living Systems, New York, John Wiley Sons, 1974.
- (7) Dionne, F.J.: Simulation, 19, 73, 1972.
- (8) Milhorn, H.T.: Simulation, 27, 169, 1976.
- (9) Duffin, J.: Respiration Physiology, 15, 277, 1972.

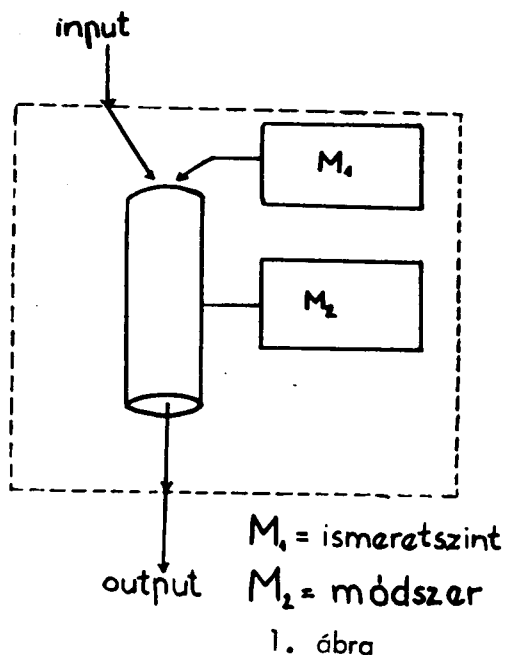
Semmelweis Orvostudományi Egyetem

Orvosi döntési profilok vizsgálata modellmódszerrel

Balás Éltés András és Tiba Marian

Az utóbbi években egyre növekszik azoknak a munkáknak a száma, amelyek az orvosi diagnóziskészítés logikai folyamatát vizsgálják. Korán 1975-ben már összefoglaló közleményben ismertette számos vizsgálat eredményeit: egy-egy információ megítélésében az orvosok közt igen jelentős különbségek vannak. Az ilyen információra (leletre, adatra) irányított vizsgálatok nagy száma ellenére, a végső szintézist végző orvos pontosabb vizsgálata a kutatások egyik elhanyagolt területe.

Lorange és Normann (1972) üzletemberek döntési profiljának feltárására tettek kísérletet. Döntési profil az a módszer, magatartás, amely mint egyénre jellemző szabályrendszer a rendelkezésre álló információkkal együtt meghatározza az adott helyzet megítélését. Az 1. ábra a döntést hozóban feltételezett folyamatot vázolja: az adott eset adatai és az M_1 emlékezetben tárolt adatok egy feldolgozási, hasonlítási folyamaton mennek keresztül, amelyet az M_2 módszer (döntési profil) határoz meg.



Vizsgálataink célja az volt, hogy megpróbáljuk jellemezni orvosok döntési profilját és ezzel segíteni az optimális döntési módszer kiválasztását. Ez azt is jelenti, hogy vizsgálatainkban nem annyira a választott standardok (viszonyítási alapok) milyensége, mint inkább a következetesség és a felállított skálák összehasonlíthatósága volt a legfontosabb kritérium.

Ahhoz, hogy a döntési profilt mérésrel jellemezhessük, a következőket kell biztosítani:

1. azonos és egyértelmű információ adása,
2. az adó értelmezésével megegyező értelmű vétel - un. tisztázott axiomatikus viszonyok,
3. az M_1 (emlékezet) befolyásának lehető standardizálása.

Módszerünk:

1. Vizsgálatainkban két, erre a célra standard szövegelemekből kialakított modelleset-sorozatot használtunk (az első 5, a második 12 esetből állt). Minden orvos ugyanazokat a kiegészítő információkat és ugyanazokat a modelleseteket kapta, ugyanolyan sorrendben. A modellesetek szerkezetét később részletezzük.

2. Az azonos értelmezés és M_1 (emlékezet) standardizálására a vizsgált orvosok táblázatban megkapták a modellesetekben szereplő összes információk jelentését és jelentőségét, és azt az interjú módszerrel elvégzett vizsgálat egész ideje alatt szabadon használhatták.

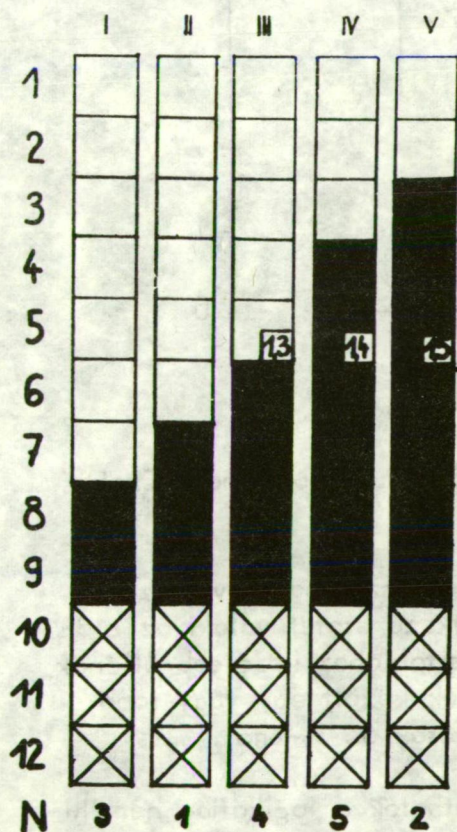
3. A döntés közléséhez szükséges tisztázott axiomatikus viszonyok biztosítására megadtuk a diagnózislehetőségeket és egyuttal kértük a válasz biztossági fokának megadását is, "biztos", "nagyon valószínű", "valószínű" és "nem eldönthető" fokozatokkal.

Vizsgálatainkban a leírt módon kértük a 17 modelleset diagnózist 60 belgyógyász orvostól, akik 3-15 éve praktizálnak.

Az 1. modellsorozathoz egy két-megoldású problémát, az essenciális és renovascularis hypertonia differenciál-diagnózist választottuk. A sorozat elkészítésének menete a következő volt:

a.) A Semmelweis OTE II. Belklinikájának hypertonia-munkacsoportja segítségével táblázatot állítottunk össze, ennek két oszlopa az essentialis, illetve a renovascularis hypertoniára vonatkozó ismereteket összegezte, mert sorai a probléma eldöntéséhez fontos tüneteket tartalmazták, mellettük a megfelelő oszlopban jelentőségük egytől négyig terjedő minősítése állt.

b.) A táblázat adatai és a szakértői véleményezés segítségével olyan modelleseteket készítettünk, amelyek "még éppen biztos essentialis", illetve "még éppen biztos renovascularis" és "a rendelkezésre álló adatok alapján nem eldönthető" minősítésűek voltak. Ezután a táblázat felhasználásával a fenti három modelleset közé két interpolált információtartalmu esetet készítettünk. Ezt mutatja a 2. ábra, ahol az oszlopok a modelleseteket szimbolizálják, a fekete kocka a renovascularis eredet felé, a fehér az essentialis eredet felé mutató információt reprezentál. A bal oldali számoszlop a kérdés eldöntésében fontos információk jelzése, fent a logikai, lent a vizsgálati sorrend száma. (Mint látható az utóbbi véletlenszerű és eltér a logikaitól.)



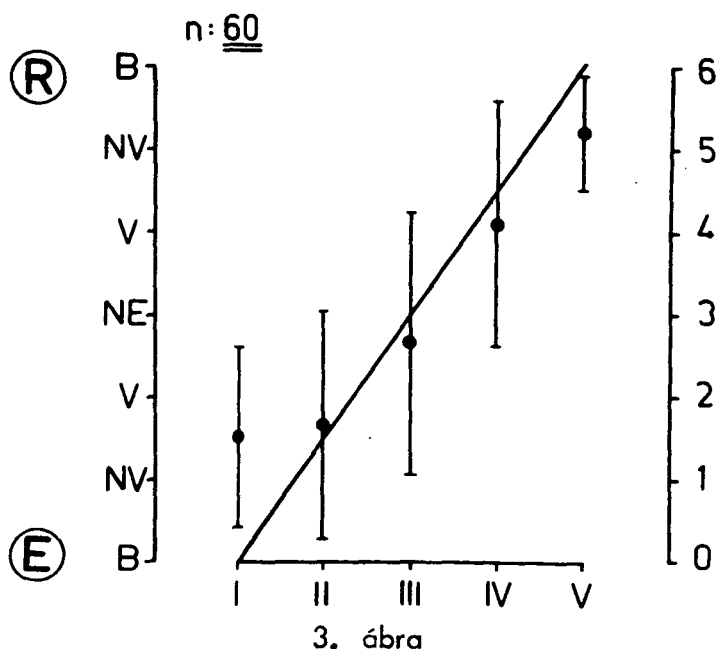
2. ábra

c.) A felvetett diagnosztikai probléma megoldásában nem segítő, de az esetleírás életszerűvé tételéhez szükséges információk hozzáadásával kialakítottuk a modellesetek végső formáját (ezeket a járulékos adatokat szimbolizálják az alsó 3 sor áthuzott kockái).

d.) A modelleseteket az adott kérdésben jártas orvosokkal ellenőriztettük, hogy azok a gyakorlatban előforduló helyzeteket modellőlnak-e.

Megjegyzendő, hogy a leírt a-c ut csak akkor szükséges, ha a modelleset készítésekor arra is igényt tartunk, hogy a választott standard a jelenleg optimumnak tekintett döntéshez is lehetőleg közel álljon, illetve az egyszerű összehasonlításon túlmenő, mélyebb összefüggéseket is fel akarunk deríteni.

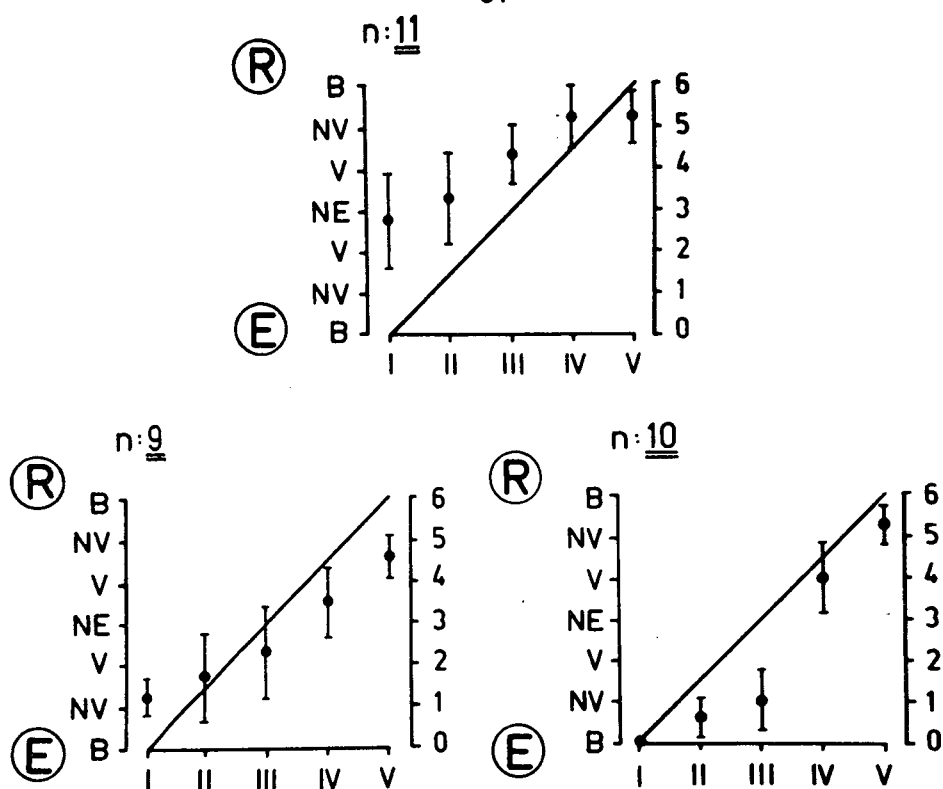
A 3. ábra a 60 orvos válaszait összegzi. A függőleges tengely az adható válaszokat (bal oldalon a "biztos essentiális"-tól a "biztos renovascularis"-ig; jobb oldalon az illesztett számskálát) a vízszintes tengely a modelleseteket, a jelölt felező tengely pedig a választott standard helyét mutatja. Mint látható a vizsgált 60 orvos átlagos döntései a standardtól, összességükben, lényegesen nem különböznek el.



Egyéni eltérések azonban nagy számban előfordulnak. Ezek fajtái:

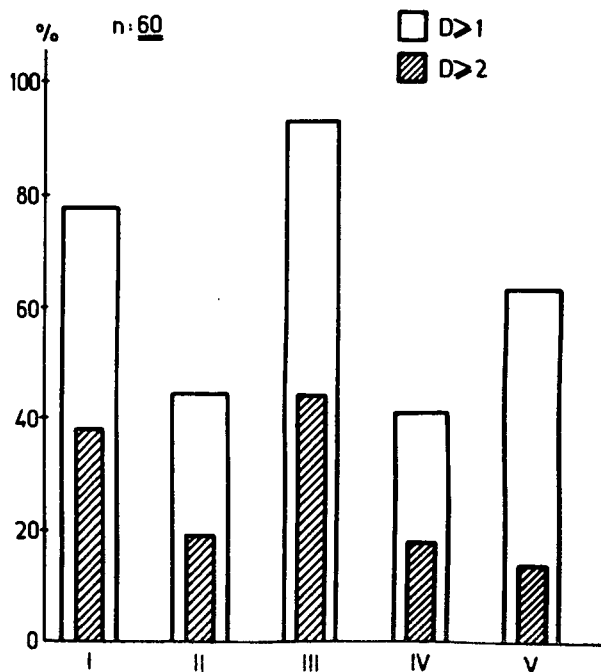
a.) logikai hibák: az összeállítás rendszeréből következően ennek tekinthető, ha egy logikailag következő esetet valaki az előzőnél "alacsonyabbra", az essentiális hypertoniához közelebb állónak értékeli. Az első sorozatra adott diagnózisok között egy vagy több logikailag hibás válasz volt a vizsgált orvosok 55 %-ánál,

b.) értékelési eltérés: ennek tekinthetők a logikailag nem hibás, de a standardtól eltérő válaszok. Néhány példát összesít a 4. ábra: a felső erős felülértékelést mutat, a két alsó konzervatív értékelésekből adódik. Az ilyen csoportképzési szabályok sokféle változata lehetséges, illetve az értékelési eltérések megítélése általánosságban az adott orvosi kérdés legjobb ismerőinek lehet a feladata.



4. ábra

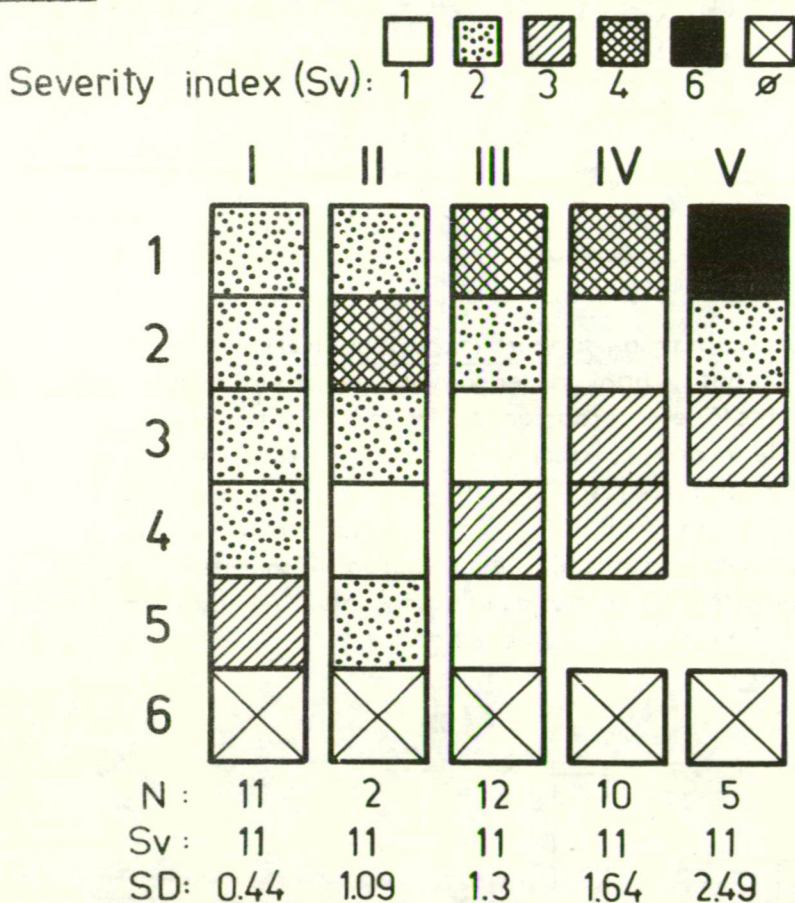
A 60 orvos válaszainak a standardhoz viszonyított eltérését összesíti az 5. ábra. Látható, hogy a legnagyobb bizonytalansággal terhelt, nem eldönthető eset eredményezi a legszélsőségesebb megítéléseket, akár a legalább 1, akár a legalább 2 válasz-egységi eltérések százalékos előfordulását figyeljük. A középső modellet ugyanis - szemben az eggyessel - átlagában a standardtól alig tér el, a jelentős eltérések magas százalékos előfordulása ellentétes, végletes megítélésekből adódik. A bizonytalanság tehát nemcsak zavarhoz, de határozott tévedésekhez is vezethet.



5. ábra

A II. sorozat, amely 12 modellesetből állt, más módszerrel készült. A megoldandó probléma az essentiális hypertónia súlyossági minősítése volt. A felépítés alapja a Veterans Administration Cooperative Study 1960-ban, nagy beteganyagon végzett felmérése alapján közölt, ismert severity pontrendszere volt. A pontrendszer az információkat 5 főcsoportba sorolja. (Ezek a diastolés nyomás, fundus, cerebrovascularis, cardíális és renális jellemzők.)

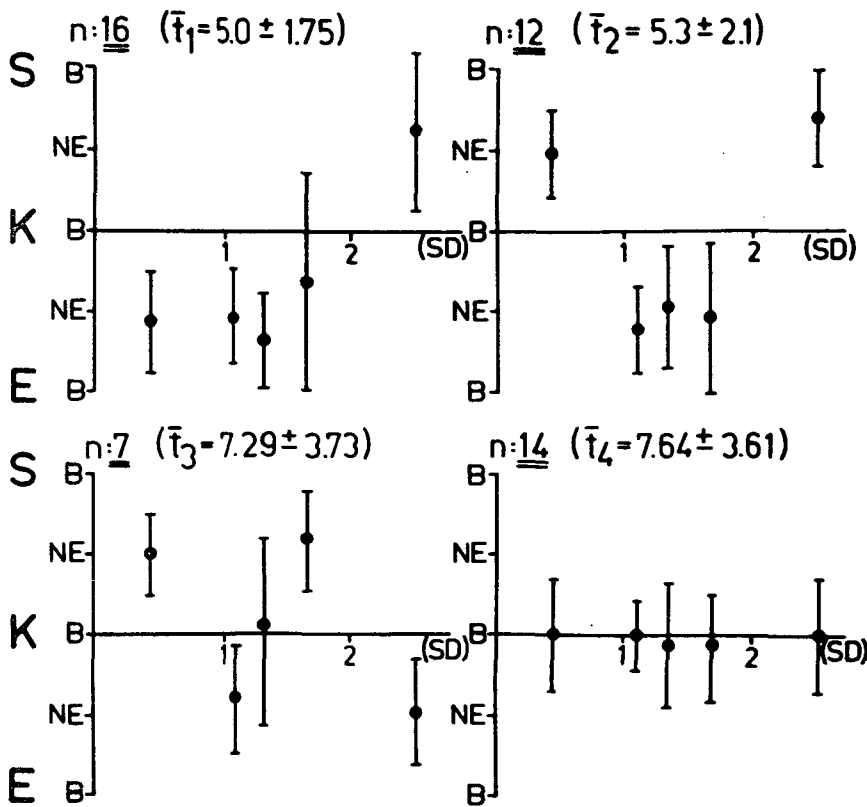
A 12 modelleset közül annak az 5-nek a felépítését mutatja a 6. ábra, amelyek indexe egyaránt 11, tehát tipikusan közepes súlyosságúak voltak - lényegében a 2. ábrához hasonló jelöléssel.



6. ábra

Itt azonban a kockák tónusa a reprezentált információ severity pontértékeivel arányos. Az esetek között, mint látható, az egyetlen eltérést belső kontrasztosságuk jelenti, amelyet a legalsó sorban látható standard deviációval jellemeztünk.

A 7. ábra a választípusokat mutatja, melyekre a kapott diagnózis-sorozatok 90 %-a besorolható. A függőleges tengely a válaszlehetőségeket mutatja a biztos enyhétől a biztos súlyosig, a vízszintes



7. ábra

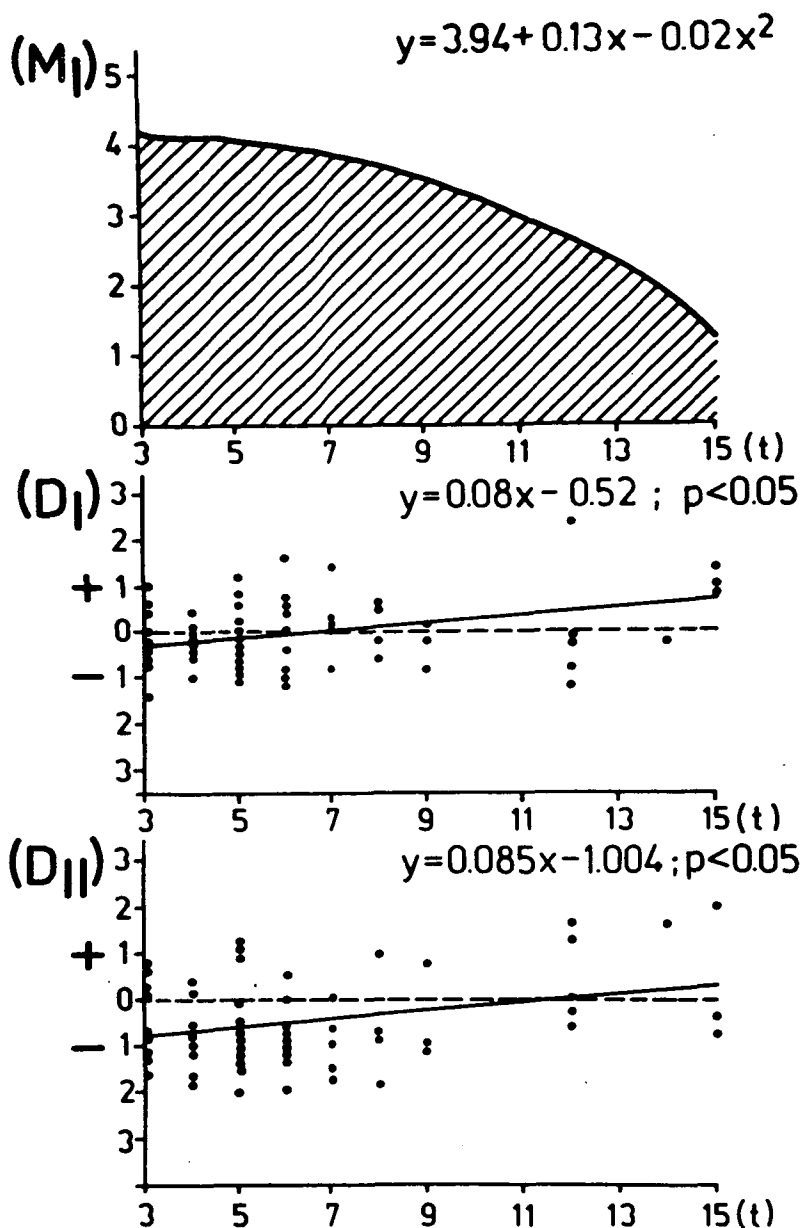
ngely az adott eset standard deviációját adja meg. n a csoportba
rtozók számát, \bar{f} pedig átlagos praktizálási idejüket adja meg.
ítható, hogy elsősorban az első homogén tüneti képű és az utolsó
gy belső kontrasztu eset teremt lehetőséget szélsőséges megítélés-
kre. A legmagasabb korátlagu negyedik csoportba tartozók dönté-
it a standardhoz viszonyítva téves diagnózisok irányába a kont-
sztosság ingadozásai sem térítik el.

A praktizálási idő hatását összegzi a 8. ábra. A felső görbe
z első sorozatra adott diagnózisok orvosonként összegezett logikai
báját mutatja. A polinomot az egyes korcsoportokban előforduló
nagyobb hibákhoz illesztettük, így a 3-tól 15 évig terjedő periód-
usban az

$$M_1 = f(t)$$

függvény értékkészletének legkisebb felső korlátját jelöli ki. A logi-
ai tévedések mértéke a praktizálási idővel láthatólag csökken.

A középső ábra az első sorozatra adott diagnózisoknak a stan-
dardtól való átlageltérését mutatja a praktizálási idő függvényében.



8. ábra

Látható, hogy a hosszabb praktizálási idő valamelyes "fölé"-értékeléssel jár.

Az alsó ábra a második sorozat hasonló adataihoz illesztett egyenest ábrázolja. Eszerint a praktizálási idővel arányosan a standardhoz közelítenek a diagnózisok.

A két betegségmodell-sorozatra adott diagnózisok a praktizálási idővel egyformán lineáris kapcsolattal írhatók le.

Összefoglalva: Az eredmények arra utalnak, hogy azonos tudásbeli, informáltsági alapon is lényegesen és mérhetően eltérő döntések születhetnek. Ezt az adott orvos által elkövetett logikai hibák és

értékelési eltérések mellett olyan általános törvényszerűségek is befolyásolják, mint bizonytalanság és kontrasztosság, valamint az orvosi gyakorlatban töltött idő.

Véleményünk szerint a kidolgozott módszer megfelelően adaptált változatainak két felhasználási területe lehetséges:

1/ az orvosok közt elterjedt megítélések, diagnosztikus döntési profilok vizsgálata,

2/ a döntési profil változásainak figyelemmel kísérése képzési, továbbképzési visszacsatolásra.

Irodalom

- (1) Feinstein, A.R.: Clinical Judgement, Baltimore, 1967.
- (2) Koran, L.M.: The reliability of clinical methods, data and judgement. (First of two parts), The New Engl. J. Med. 1975. Sept. 25. Vol. 293. N. 13
- (3) Koran, L.M.: The reliability of clinical methods, data and judgement (Second of two parts), The New Engl. J. Med. 1975. Oct. 2. Vol. 293. N. 14
- (4) Lorange, P., Normann, V.D.: How attitudes toward risk influences in investment decisions, European Business, 1972. N. 33, p. 71.

MTA SZTAKI és MTA Biológiai Kutató Intézet

A Balaton ökológiai folyamatainak szimulációja

Csáki Péter, Kutas Tibor, Lovas Lászlóné és Herodek Sándor

Bevezetés

A növekvő ipari és mezőgazdasági termelés számos hatása károsítja a természetes emberi környezetet (talajerosió, vizek szennyeződése, légszennyeződés stb.). Napjainkban már közhellyé vált, hogy a természeti környezet védelme az egyik legsürgetőbb, bár igen nehéz és költséges feladat. A hatékony gyakorlati intézkedések előkészítéséhez szükség van a környezetvédelmi célú tudományos kutatásokra, a sokszor nem kellőképpen feltárt bonyolult összefüggések jobb megismerésére.

A különféle szárazföldi területek és vizek életének rendszerszemléletű vizsgálatával az ökológia foglalkozik, amely az adott területet vagy vizet benépesítő élővilágot, a környezetével együtt egységes rendszerként kezeli, figyelembe véve a sajátos törvényszerűségeket és a külső hatásokat. Az ilyen ökoszisztémák kutatásának egyik hatékony eszköze a matematikai rendszermodellezés, valamint a számítógépes szimuláció, hiszen sok beavatkozás hatása közvetlen kísérlettel nem is vizsgálható (pl. a kísérlet tönkretelheti az ökológiai rendszert, vagy a kísérlet nem kivitelezhető a rendszer méretei miatt).

A tavak esetében a legnagyobb problémát a mezőgazdaság és a települések által a vizekbe juttatott nagymennyiségű növényi tápsók okozta eutrofizálódás jelenti, amely elsősorban a növényi termelés növekedésében realizálódik (6,8).

Az utóbbi évtizedben hazánk egyik legnagyobb természeti értékét, a Balatont is a rohamos eutrofizálódás fenyegeti. A trofitás az ÉK-DNy-i hossz tengely mentén növekszik és maximális értékét a Keszthelyi öbölben éri el (3,4). A jelenség lényege, hogy az egyre szaporodó üdülőtelepek (2 millió üdülő 10 millió napot tölt a Balaton mellett) szennyvize és a mezőgazdaság egyre növekvő műtrágya-felhasználása révén állandóan nő a tóban a növényi tápanyag, elsősorban a foszfát és a nitrát koncentrációja.

Ennek hatására a száras növények, mint a hinár és a nád, de az aprótestű lebegő növények, az algák is nagymértékben elszaporodnak. A magas alga-koncentráció a vizet kellemetlen megjelenésűvé teszi és az üdülők ilyen vízbe már nem hajlandók bemenni.

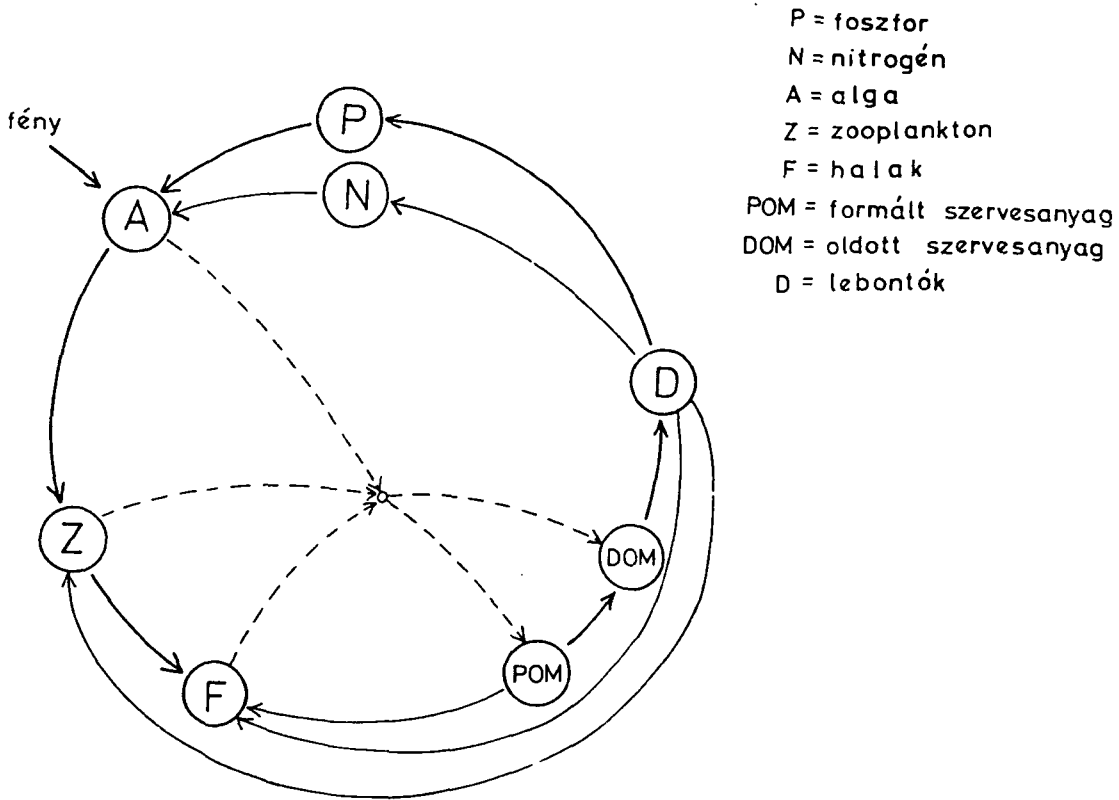
Ezen problémák megoldását célzó kutatások meggyorsítására és összehangolására a Magyar Tudományos Akadémia - az Országos Környezetvédelmi Tanács felkérésére - elvállalta "A Balaton és vízgyűjtő-területe komplex környezetvédelmi kutatási programja"-nak irányítását. E kutatási program keretében ez év elején kaptunk megbízást az MTA-tól a Balaton komplex ökológiai, matematikai modelljének kidolgozására. A modell rendszerszemlélettel integrálhatja az egyes szakterületeken kapott eredményeket, elősegítheti a rendszer viselkedésének megértését és megfelelő adatok birtokában jelezheti a rendszer reakcióját a különböző tápanyag-terhelésre.

Az előadásban munkacsoportunk által végzett modellezési és szimulációs tevékenység kezdeti fázisáról számolunk be.

1. A tavi ökoszisztéma és modellje

Egy tó eutrofizálódásának vizsgálatához kidolgozandó modellben a legfontosabb állapotváltozók: a tóban lévő, ill. ide bejutó növényi tápanyagok, az egyes élőlények és az élettelen szerves anyagok mennyisége. Az irodalomban találhatók tómodellek különböző részletességgel osztják kompartmentekre az élő és élettelen anyagok különböző létformáit és a változásokat differenciálegyenletek segítségével írják le (1,5,7). A modell kidolgozásának kezdeti szakaszában természetesen nem célszerű a vizsgált rendszer részletes leírása, ennél fontosabb, hogy tapasztalatokat szerezzünk a rendszer természetéről, a paraméterek kalibrálásánál jelentkező nehézségekről, valamint, hogy fokozatos fejlesztéssel ismerjük meg a modell tulajdonságait. Ezért első közelítésként egy egyszerű, kevés kompartmentből álló és aránylag nem túl sok paramétert tartalmazó, jól kezelhető modellt dolgoztunk ki, amely azonban tükrözi az ökológiai rendszerekre jellemző fő körfolyamatot: a növények szervesanyag-termelését, az állatok szervesanyag-átépítését és a bakteriális lebontást. Modellünk szerkezetét az 1. ábra mutatja be.

A modell nyolc kompartmentet tartalmaz, amelyek között a következő folyamatok zajlanak (az ábrán nyilakkal jelöljük):



1. ábra

a foszfát és nitrát szervesetlen tápsókból a napfény energiájának segítségével a vízben lebegő algák szerves anyagot képeznek (fotoszintézis). Az algát a vízben lebegő apró állatok tömege, a zooplanktonok fogyasztják. Ezekkel viszont a halak táplálkoznak. Az állatok a táplálék nem hasznosított részét partikulált szerves anyag formájában ürítik ki. Minden élőlény kiválaszt oldott szerves anyagot, de pusztulásuk után anyaguk egy része is oldott anyagba megy. Végül a lebontó baktériumok a szerves anyagot szerveslenné alakítják vissza.

A modell állapotváltozóinak az egyes kompartmentek egységnyi víztérfogatra jutó anyagmennyiségét választottuk (élőlények esetében ezt szárazanyagban adjuk meg), és mg/l-ben fejezzük ki. Ezek változását első közelítésben a következő nemlineáris differenciálegyenlet-rendszerrel írjuk le:

$$\begin{aligned}
 \dot{B}_A &= \text{PROD} - \text{RES}_A - \text{EXCR}_A - \text{MORT}_A - \text{GRAZ}_A \\
 \dot{B}_Z &= \text{UPT}_Z - \text{RES}_Z - \text{EXCR}_Z - \text{DEF}_Z - \text{MORT}_Z - \text{GRAZ}_Z \\
 \dot{B}_F &= \text{UPT}_F - \text{RES}_F - \text{EXCR}_F - \text{DEF}_F - \text{MORT}_F \\
 \dot{B}_D &= \text{UPT}_D - \text{RES}_D - \text{EXCR}_D - \text{MORT}_D - \text{GRAZ}_D \\
 \dot{C}_P &= \text{EX}_P - \text{PHUPT} + \text{PLOAD} \\
 \dot{C}_N &= \text{EX}_N - \text{NUPT} + \text{NLOAD} \\
 \dot{C}_{\text{DOM}} &= \text{EX}_{\text{DOM}} + \text{DMORT} - \text{DUPT} + \text{HIDR} \\
 \dot{C}_{\text{POM}} &= \text{PDEF} + \text{PMORT} - \text{PUPT} - \text{HIDR}
 \end{aligned}$$

ahol B_A , B_Z , B_F és B_D állapotváltozók az alga, zooplankton, halak, illetve lebontók egységnyi víztérfogatra jutó mennyisége (biomassza), a C_P , C_N , C_{DOM} és C_{POM} állapotváltozók pedig a foszfor, nitrogén, oldott, illetve partikulált szerves anyag koncentrációja a vízben. Az egyenletek jobboldalán szereplő mennyiségek természetesen függenek egymástól és az állapotváltozóktól. (Az időfüggést sehol nem tüntetjük fel.) A következőkben ezeket fejtjük ki részletesebben.

1.1. Elsődleges termelés

Az algák fotoszintézise révén megvalósuló szervesanyagtermelést az egyenletekben a

$$\text{PROD} = \text{P}_{\text{MAX}} \cdot \min(U_P, U_N, U_L) \cdot \text{TEMP}_A \cdot B_A$$

formulával adjuk meg. Ez a termelés pillanatnyi sebességét jelenti, amely tehát egyenesen arányos az algák pillanatnyi biomasszájával és

függ a hőmérséklettől ($TEMP_A$), a fényintenzitástól (U_L), valamint a vízben lévő foszfor (U_P) és nitrogén mennyiségétől (U_N). Az

$$U_P = \frac{C_P}{HC_P + C_P}, \quad U_N = \frac{C_N}{HC_N + C_N}$$

formulák (Michaelis-törvény) megadják, hogy a vízben lévő foszfor és nitrogén mennyisége milyen mértékben limitálja a termelést. A HC_P és HC_N paraméterek az ún. féltelítettségi konstansok.

A víz egy adott mélységében a fény elsődleges termelést limitáló tényezőjét szintén a Michaelis-törvénnyel adjuk meg, amelynek átlagolásával egy Z mélységű víztestre vonatkozólag az

$$U_L = \frac{1}{\beta Z} \cdot \log \frac{HL + L_0}{HL + L_Z}$$

átlagos limitálási tényezőt kapjuk, ahol $L_Z = L_0 e^{-\beta Z}$ a fény intenzitása Z mélységben, HL a féltelítettségi konstans, β pedig a fényelnyelési konstans, amelyet két komponensre bontunk:

$$\beta = EXT + EXT_A \cdot B_A,$$

ahol az EXT_A paraméter az egységnyi alga-biomassza okozta fényelnyelést, EXT pedig (amely időfüggő lehet) az egyéb okokból származó fényelnyelést jelenti.

Az algák biomassza termelésükhöz foszfort és nitrogént vesznek fel a vízből, amelynek révén ezek mennyisége

$$PHUPT = PR \cdot PROD, \quad NUPT = NR \cdot PROD$$

sebességgel csökken, ahol a PR és NR paraméterek a szerves anyagban lévő foszfor és nitrogén arányát fejezik ki.

1.2. Táplálék-fogyasztás

A zooplankton, a halak és a lebontók táplálékukat a modellben az egyes kompartmentek anyagából veszik fel. Az egyenletekben szereplő UPT_i tagok az i kompartment által, a $DUPT$, $PUPT$ és $GRAZ_i$ tagok pedig az i kompartmentből történő táplálékfogyasztás sebességét adják meg. Ezek a megfelelő $CONS_{ij}$ tagok összegéből adódnak, ahol

$$CONS_{ij} = CMAX_j \cdot TEMP_i \cdot \frac{B_i \cdot B_j}{B_i + B_j}$$

a j kompartmentnek az i kompartmentből történő fogyasztásának sebességét jelenti.

1.3. Szervesanyag lebontás és leadás

Az élőlények életük folyamán tömegük egy részét leadják. E folyamatok sebességét az egyenletekben a következő formulákkal írhatjuk le:

| | | |
|------------|--|----------------|
| respiráció | $RES_i = RMAX_i \cdot TEMP_i \cdot B_i$ | $i=A, Z, F, D$ |
| exkréció | $EXCR_i = EMAX_i \cdot TEMP_i \cdot B_i$ | $i=A, Z, F, D$ |
| defekáció | $DEF_i = DR_i \cdot UPT_i$ | $i=Z, F$ |

ahol $RMAX_i$, $EMAX_i$, DR_i paraméterek, $TEMP_i$ a hőmérsékleti limitáló tényező.

Ennek megfelelően a foszfor, a nitrogén, az oldott és partikulált szerves anyag mennyisége a vízben

$$EX_i = \sum_j EXCR_{ji} \cdot EXCR_i \quad PDEF = DEF_Z + DEF_F$$

sebességgel növekszik, ahol az $EXCR_{ji}$ -vel kifejezett mennyiségek konstansok ($j=P, N, D$, $i=A, Z, F, D$).

1.4. Mortalitás

Az élőlények pusztulási sebessége

$$MORT_i = [MCRIT_i - (MCRIT_i - MOPT_i) \cdot TEMP_i] \cdot B_i \quad i=A, Z, F, D$$

(amely hőmérsékletfüggő) és valamely $MOPT_i$ és $MCRIT_i$ értékek között adja az egységnyi biotomassza pusztulását. Ennek anyaga az oldott és partikulált szerves anyagot gyarapítja

$$DMORT = \sum DMR_i \cdot MORT_i, \quad PMORT = \sum PMR_i \cdot MORT_i$$

sebességgel.

1.5. A szerves anyag oldódását eredményező kémiai folyamatot

a

$$HIDR = HMAX \cdot TEMP_{POM} \cdot C_{POM}$$

tag, a foszfor és nitrogénterhelést (input) a PLOAD és NLOAD tagok képviselik az egyenletekben.

A fenti formulákban szereplő $TEMP_i$ hőmérséklet okozta limitáló tényezőket

$$TEMP_i = V_i e^{1-V_i}, \quad V_i = \frac{(TCRIT_i - T)}{TCRIT_i - TOPT_i}$$

alakban adtuk meg, ahol T a hőmérséklet, a $TOPT_i$ és a $TCRIT_i$ pedig konstansok.

Ha $PLOAD = NLOAD = 0$, akkor a rendszer a foszforra és nitrogénre vonatkozóan zárt. A foszfor és nitrogén arányát a szerves anyag minden formájában közelítőleg azonosnak tekintjük (2). Ezért teljesülniük kell a

$$\begin{aligned} \dot{C}_P + PR (\dot{B}_A + \dot{B}_Z + \dot{B}_F + \dot{B}_D + \dot{C}_{DOM}) &= \dot{C}_N + NR (\dot{B}_A + \dot{B}_Z + \dot{B}_F + \dot{B}_D + \dot{C}_{DOM} + \\ &+ \dot{C}_{POM}) = 0 \end{aligned}$$

feltételeknek, amelyekből összefüggéseket kapunk a $PEXR_i$, $NEXR_i$, $DEXR_i$, $EMAX_i$ és $RMAX_i$ paraméterek között.

2. A modell verifikálása, a paraméterek kalibrálása

A modellel kapcsolatban mindenekelőtt azt a kérdést kell tisztázni, hogy milyen mértékben képes leírni egy tavi ökoszisztéma dinamikáját, illetve a paraméterértékek milyen választása mellett érhetünk el jó közelítést.

Tekintettel arra, hogy az egyenletek sok tekintetben csak durva közelítéssel írják le a rendszer működését, a modelltől egyelőre csak azt várjuk, hogy kvalitatív értelemben tükrözze helyesen a modellezett rendszert. A modell alapján több számítógépes szimulációt végeztünk a paraméterek és a kezdeti értékek változtatásával. A szimulációt a differenciálegyenletrendszer negyedrendű Runge-Kutta módszerrel történő numerikus megoldásával végeztük. Az eredményeket a sornyomtatón kiíratuk és kirajzoltattuk.

Az egyes futtatások eredményei alapján megállapítható, hogy a görbék lefutásának típusa (erősen oszcilláló vagy sima lefutásu) erősen függ a paraméterek értékeitől.

Megvizsgáltuk a modell validitását (verifikálás) olyan alapvető feltételek között, amelyek teljesítése esetén a modellnek meghatározott, ismert módon kell viselkednie. Ilyenek:

- a) $L_0 = 0$ (nincs fény): az élők kihalnak (legelőször az algák),
- b) fény és hőmérséklet állandó: egyensúlyi állapot áll be,
- c) fény és hőmérséklet szezonálisan változik: téli időszakban az élők biomasszája lecsökken, majd emelkedik,
- d) az élők közül csak algák szerepelnek a modellben: biomasszájuk eleinte növekszik, majd a foszfor és nitrogén elfogyásakor kihalnak (foszfor input nélkül),
- e) az élők közül csak lebontók szerepelnek a modellben: rövid idő után minden foszforra és nitrogénné redukálódik.

Modellünket több irányban is fejleszteni kívánjuk a továbbiakban: a részfolyamatok matematikai leírásának pontosabbá tételével, az élőlények több kompartmentbe sorolásával, a foszfor és nitrogén input modellezésével és a meteorológiai tényezők figyelembevételével.

Irodalom

- (1) C.W.Chen, G.J.Orlob: Ecologics simulation for aquatic environments, In: B.C.Patten: Systems Analysis and Simulation in Ecology. Acad.Press.New York, 1975.
- (2) H.L. Golterman: Physiological Limnology, Elsevier, New York, 1975.
- (3) Herodek S.: A balatoni fitoplankton-kutatás újabb eredményei, Annales Instituti Biologici (Tihany) Hung.Acad.Sci., Tihany, 1977- 181-198.
- (4) Javaslat a Balaton regionális komplex környezetvédelmi kutatási programjára (1976-80), Budapest, 1976.
- (5) S.E. Jörgensen: A eutrophication model for a lake, Ecological Modelling 2. (1976) 147-165.
- (6) Papp F., Felföldi L., Jolánkay G., Tóth L.: A Balaton eutrofizálódásának biológiai, kémiai, hidrológiai és hidraulikai jellemzése és a folyamat késleltetési módjai, Kézirat.
- (7) R.A.Park et al.: A generalized model for simulating lake ecosystems, Simulation, 23. (1974) 2.33 50.
- (8) G.A. Rohlich, ed.: Eutrophication, National Academy of Sciences, Washington, 1969.

Állattenyésztési Kutatóintézet és Gödöllői Agrártudományi
Egyetem

Egy matematikai modell és a vonatkozó algoritmus sertéspopulá-
ciói állományszerkezetének optimalizálására

Keserü János, Sváb János és Eöry Ajándok

Bevezetés

Állatpopulációk összehasonlításakor és elbírálásakor nagy jelentősége van az állomány-szerkezetnek. A kedvező, vagy kedvezőtlen állományszerkezet más - főleg tartástechnológiai - tényezők mellett döntően befolyásolja az egész állomány termelését és ráfordítását. Tartástechnológiai tényezők figyelembevételén alapuló sertéstelep optimalizálási munkánk (Keserü, Wittmann, 1976) továbbfolytatásának tekinthető jelenlegi törekvésünk.

A bemutatásra kerülő modell létszámegyensúlyban rotáló populáció. Ez alatt azt értjük, (Schull, Mac Cluer, 1968) hogy a tenyészet változatlan létszámmal és állományszerkezeti arányokkal önmagában, azaz egyed- és génimmigráció nélkül fenntartható.

Először 1969-ben írtunk le (Sváb, 1969) általános célú algebrai modellt szarvasmarha-populációk állományszerkezetének és gazdaságosságának tervezéséhez. Ez a modell volt a kiindulópontja a sertéspopulációk állományszerkezetét elemző jelenlegi modellnek és eljárásnak.

Sertéspopulációk állományszerkezete

A kocaállomány létszám-megoszlása

A modell-szerkesztés szempontjából a sertésállomány alapvetően két részből áll:

1. A kocaállomány, amely a szaporodást biztosítja.
2. A tenyészet többi része.

A kocák újra ellése ugyanis, azaz átlépésük a következő ellési csoportba és a kocaállomány selejtezési rendszere meghatározza a malacszaporulatot. Mindez egy ellési időköz elteltével újra kezdődik és így periódikusan ismétlődik. Az ellési időköz a tenyészet rotálásának időegysége. A továbbiakban a periódicitás kifejezésére az ellési időközt ellési periódusnak nevezzük, napokban kifejezve és p -vel jelöljük.

A kocaállomány létszámába tartoznak a kocák az első eredményes megtermékenyítés napjától az utolsó ellést követő selejtezés napjáig. Selejtezéskor a koca elhagyja az állományt akár vágőhidra, javító hizlalásra stb. kerül. A kocaállományhoz tartozóknak tekintjük tehát az ugynevezett előhasi kocákat is, amelyek először fognak elleni.

A kocaállományt tenyészkocákra és selejt-kocákra bontjuk fel. A tenyészkocák számát T -vel, a selejtkocák számát S -el jelöljük.

A kocaállomány szerkezetét az 1. táblázatban mutatjuk be. A k -val jelölt oszlop az ellési csoportokat jelöli. Az A oszlop a kocaállomány mindenkorai összlétszámát, a T oszlop a tenyészkocák, az S oszlop a selejtkocák számát mutatja.

Bármelyik ellési csoportban a tényleges kocalétszám a tenyészkocák és a még nem eltávolított selejtkocák számának összege, azaz

$$A_k = T_k + S_k \quad /1/$$

Szerkezeti szempontból megkülönböztetjük azokat a selejtkocákat, S_k -t, amelyek még a kocaállományban vannak azoktól, Q_k , amelyek egy ellési periódus alatt kerülnek selejtezésre, függetlenül attól, hogy még az állományban vannak-e vagy sem. S_k tehát a tényleges selejtkocaszámot, Q_k a szerkezeti létszámot k fejezi ki. Az S_k és Q_k egyezése csak abban a határesetben lehetséges, ha a selejtkocák az ellést követően éppen egy teljes ellési periódust töltenek az állományban.

A kocaállomány szerkezete

1. táblázat

| k | A | T | S | Q | q | Q/év | z |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|---|------|---|
| 0 | A ₀ | T ₀ | S ₀ | Q ₀ | | | |
| 1 | A ₁ | T ₁ | S ₁ | Q ₁ | | | |
| 2 | A ₂ | T ₂ | S ₂ | Q ₂ | | | |
| ... | ... | ... | ... | ... | | | |
| k-1 | A _{k-1} | T _{k-1} | S _{k-1} | Q _{k-1} | | | |
| k | A _k | T _k | S _k | Q _k | | | |
| n-1 | A _{n-1} | T _{n-1} | S _{n-1} | Q _{n-1} | | | |
| n | A _n | o | S _n | Q _n | | | |

ÖSSZESEN:

$$\sum A_k = \sum T_k = \sum S_k = \sum Q_k = \sum Q/\text{év} =$$

Összefüggések:

$$A_k = T_k + S_k$$

$$q_k = S_k / Q_k = z_k / p$$

$$T_{k-1} = T_k + Q_k$$

$$Q_k / \text{év} = Q_k \cdot 365 / p$$

$$T_n = 0$$

$$T_0 = \sum Q_k$$

Az S_k és Q_k közötti eltérés lényeges kihatással van az állományszerkezetre és a malacszaporulatra. Ha ugyanis S_k kisebb mint Q_k , akkor a felszabaduló férőhelyekre előhasi kocák lépnek és z_k ezért 100-as kocaállományra vonatkoztatva növekszik a malacszaporulat.

A mondottak alapján igen jelentős a

$$q_k = \frac{S_k}{Q_k} \quad \text{illetve} \quad q_k = \frac{z_k}{p} \quad /2/$$

hányados, ahol z_k azt fejezi ki, hogy a Q_k kocák az utolsó ellésük után eltávolításukig még z_k napot tartózkodnak az állományban.

A kocaállomány szerkezetének levezetése

Az első ellési csoportban ($k = 1$) az összesen A_1 koca közül T_1 a tenyészkoca, mert annyi fog másodszor is elleni. A második elléskor a T_1 tenyészkoca átlép a $k = 2$ ellési csoportba. Itt a selejtezésre kerülő állomány darabszámát Q_2 -vel jelölve igaz a

$$T_1 = T_2 + Q_2$$

illetve általánosan a

$$T_{k-1} = T_k + Q_k \quad /3/$$

összefüggés.

Az utolsó ellési csoport tenyészállatainak a száma

$$T_n = 0 \quad /4/$$

Az utolsó n -edik ellési csoportban ugyanis, már nem tartunk vissza tenyészállatot. A /4/ összefüggés biztos kiindulási alap a létszámmegoszlás kiszámításához.

A /3/ összefüggést átrendezve:

$$Q_k = T_{k-1} - T_k \quad /5/$$

egyenlőségéből a $k=1$ ellési csoportra

$$Q_1 = T_0 - T_1 \quad /5a/$$

adódik. T_0 kiszámítható az /5/ összefüggésből minden ellési csoportra:

$$\sum Q_k = \sum (T_{k-1} - T_k) \quad /6/$$

Könnyű belátni, hogy a /6/ jobb oldalán T_0 és T_n kivételével minden T_k érték ellentétes előjellel kétszer fordul elő, ezért /6/ átírható a

$$\sum Q_k = T_o - T_n \quad /6a/$$

alakba. Mínthogy $T_n = 0$

$$\sum Q_k = T_o \quad /6b/$$

Az állományszerkezet modell szerinti algoritmus

A rotáló kocaállomány megszerkesztésénél mindenekelőtt a paraméterek számszerű értékét kell meghatározni.

Számos olyan paraméter-kombináció adható, amellyel a modell szerinti populáció szerkesztés a szakmai feltételekkel összhangban végezhető el.

Mielőtt a feltételeket megadjuk, itt emeljük ki, hogy a modellel, bármilyen kombinációt is választunk

- kitűnik az ellentmondás és annak oka,
- választ kapunk, hogy a feltételeket hogyan módosítsuk ahhoz, hogy helyes megoldáshoz jussunk,
- a módosított feltételekkel a tenyészállomány egyértelműen megszerkeszthető.

A feltételek megadása

1. Az ellési periódus sertéspopuláció esetén $p = 185$ nap. Kiszámításhoz figyelembe vettük

- a választástól az első ivarzásig eltelt időt: 10 nap,
- az elsőől a második ivarzásig számított időt: 30 nap,
- a koca vemhességi idejét: 115 nap,
- a szoptatás idejét: 30 nap.

2. Az ellési csoportok száma $K = 9$

3. A selejtezési százalék egy évre és az egész állományra vonatkoztatva példánkban legyen 50 % ($\sum Q/\text{év}$). Az a körülmény, hogy a selejtezést százalékban határozzuk meg, megkívánja, hogy a kocaállomány létszáma

$$\sum A_K = 100 \text{ db}$$

legyen.

4. A selejtezési százalék megoszlása a 2. táblázat Q/év oszlopa szerint alakul.

2. táblázat

| k | A | T | S | Q | q | Q/év | z |
|---|-------|-------|------|-------|------|------|----|
| 0 | 25,50 | 25,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 15,56 | 12,75 | 2,81 | 12,75 | 0,22 | 25 | 40 |
| 2 | 11,95 | 11,73 | 0,22 | 1,02 | 0,22 | 2 | 40 |
| 3 | 10,93 | 10,71 | 0,22 | 1,02 | 0,22 | 2 | 40 |
| 4 | 9,91 | 9,67 | 0,22 | 1,02 | 0,22 | 2 | 40 |
| 5 | 8,89 | 8,67 | 0,22 | 1,02 | 0,22 | 2 | 40 |
| 6 | 7,48 | 7,11 | 0,34 | 1,53 | 0,22 | 3 | 40 |
| 7 | 4,75 | 4,08 | 0,67 | 3,06 | 0,22 | 6 | 40 |
| 8 | 1,30 | 0,54 | 0,79 | 3,57 | 0,22 | 7 | 40 |
| 9 | 0,11 | 0 | 0,11 | 0,54 | 0,22 | 1 | 40 |

ÖSSZESEN:

96,38 90,73 5,60 25,50 50

5. Korcsoportonként lényeges megadni a selejtkocák tartásidejét, ezt a 2. táblázat példájában konstansnak választottuk $z = 40$ nap.

Az algoritmus további lépései

1. A selejtezési százalék megoszlását egy évre vonatkoztatva adtuk meg, így első lépés lehet a selejtezés kiszámítása egy ellési periódusra.

Minthogy $p = 185$,
ezért
 $185/365 = 0,51$ -el

kell átszorozni a Q /év oszlopot. A kapott adatokat a Q oszlopba írjuk.

2. A q oszlop a $/2/$ összefüggés szerint

$$q = 40/185 = 0,22 .$$

3. A tenyészkocák korcsoportonkénti megoszlásának számításához (T oszlop) a $/4/$ és $/3/$ összefüggéseket használjuk fel:

$$T_5 = 0,$$

$$T_8 = 0 + 0,51 \text{ stb.}$$

(ld. 2. táblázat).

4. A selejtkocák aktuális létszámát a $/2/$ összefüggés átrendezésével számíthatjuk:

$$S_k = q_k \cdot Q_k$$

szerint

$$S_1 = 12,75 \cdot 0,22 = 2,81$$

$$S_2 = 1,02 \cdot 0,22 = 0,22 \text{ stb.}$$

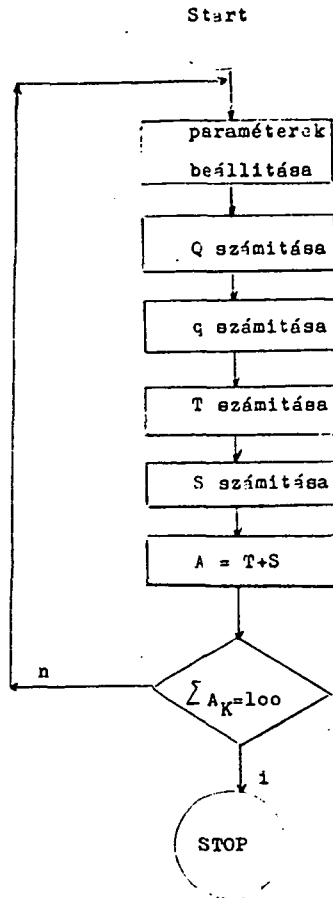
5. A mindenkori állománylétszámot a T és S oszlopok összege adja:

$$A_0 = 25,5 + 0 = 25,5$$

$$A_1 = 12,75 + 2,81 = 15,56 \text{ stb.}$$

Előfordulhat, mint a példánkban is, hogy az állománylétszám = 100 mellékfeltétel nem teljesül. Ez ellentmondáshoz vezet. Ekkor a paraméterek megváltoztatásával az eljárást addig ismételhetjük, amíg ellentmondásmentes állományszerkezethez jutunk (ld. 1. ábra).

Sertéspopulációk állományszerkezetét számító algoritmus



1. ábra

A számítások alapján modellünk különösen érzékenyen mutatja a selejtezési százalék korcsoportonkénti megoszlása (Q/év oszlop) változtatásának hatását az állományszerkezet alakulására. Pl. a 3. táblázaton bemutatott példa esetében az első ellést követően nem 25, hanem 30 állatot selejtezzünk, ügyelve arra, hogy az évi selejtezési százalék ne változzon.

(A $\sum Q/\text{év} = 50\%$ feltétel most is teljesül.)

Ekkor a tenyészállomány létszáma jelentősen csökken, ami a $\sum A_K = 100$ mellékfeltétellel ellentmondásra vezet. ($\sum S_K$ változatlan.)

3. táblázat

| k | A | T | S | Q | q | Q/év | z |
|----------|-------|-------|------|------|------|------|----|
| 0 | 25.5 | 25.5 | 0 | | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 13.57 | 10.2 | 3.37 | 15.3 | 0.22 | 30 | 40 |
| 2 | 9.4 | 9.13 | 0.22 | 1.02 | 0.22 | 2 | 40 |
| 3 | 8.38 | 8.16 | 0.22 | 1.02 | 0.22 | 2 | 40 |
| 4 | 7.36 | 7.14 | 0.22 | 1.02 | 0.22 | 2 | 40 |
| 5 | 6.34 | 6.12 | 0.22 | 1.02 | 0.22 | 2 | 40 |
| 6 | 4.93 | 4.59 | 0.34 | 1.53 | 0.22 | 3 | 40 |
| 7 | 3.00 | 2.55 | 0.45 | 2.04 | 0.22 | 4 | 40 |
| 8 | 0.96 | 0.51 | 0.45 | 2.04 | 0.22 | 4 | 40 |
| 9 | 0.11 | 0 | 0.11 | 0.51 | 0.22 | 1 | 40 |
| ÖSSZESEN | | | | | | | |
| | 79.44 | 73.95 | 5.60 | 25.5 | - | 50 | - |

Az ellentmondás kiküszöbölésének egyik lehetséges módja, hogy növeljük az évi selejtezési százalékot, 50 %-ról $50 \cdot 100/79,44 = 50 \times 1,25 = 62,5$ %-ra.

Természetesen a selejtkocák tartózkodási ideje az állományban ugyancsak változhat ellési periódusonként.

Az ennek hatását vizsgáló 4. táblázat paramétereit egyébként azonosnak választottuk a 2. táblázat adataival, z értéke pedig 10 és 60 nap között változott.

Eredmény: az össz állománylétszám nem módosul jelentősen a tartózkodási idő változásával.

4. táblázat

| k | A | T | S | Q | q | Q/év | z |
|---|-------|-------|------|-------|------|------|----|
| 0 | 25,50 | 25,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 15,56 | 12,75 | 1,40 | 12,75 | 0,11 | 25 | 20 |
| 2 | 11,95 | 11,73 | 0,16 | 1,02 | 0,16 | 2 | 30 |
| 3 | 10,93 | 10,71 | 0,22 | 1,02 | 0,22 | 2 | 40 |
| 4 | 9,91 | 9,69 | 0,22 | 1,02 | 0,22 | 2 | 40 |
| 5 | 8,89 | 8,67 | 0,22 | 1,02 | 0,22 | 2 | 40 |
| 6 | 7,48 | 7,14 | 0,34 | 1,53 | 0,22 | 3 | 40 |
| 7 | 4,75 | 4,08 | 0,83 | 3,06 | 0,27 | 6 | 50 |
| 8 | 1,30 | 0,51 | 1,14 | 3,57 | 0,32 | 7 | 60 |
| 9 | 0,11 | 0 | 0,03 | 0,51 | 0,06 | 1 | 10 |

ÖSSZESEN:

95,34 90,73 4,56 25,50 - 50 -

A modell felhasználása

Termelés és ráfordítás

Termelés kifejezés alatt minden olyan terméket értünk, amely a tenyészetet elhagyja, a tenyészetten kívül kerül értékesítésre. Ráfordításon minden olyan kiadást, élő és holt munkát értünk, amely a tenyészetet terheli. Az egyedi termelés az állat egyszeri terméke pl. eladási súlya stb.

Az egyedi ráfordítás kiszámításához vegyük alapul az egy állatra jutó takarmányozási napok számát, azaz a szükséges időráfordítást. Ezt megszorozva a fajlagos napi ráfordítással (pl. Ft-ban) kiszámítható az egy ellési periódust terhelő egy kocára jutó költség.

Az egy ellési periódusra eső egyedi termelési és ráfordítási adatokat a csoportlétszámokkal szorozva, ezek összege adja a $\sum A_k$ kocaállományu rotáló tenyészet össztermelését és összráfordítását egy ellési periódus alatt. 365/p-vel átszorozva a kapott adatokat átszámíthatjuk egy évre.

Összegzés

Ismert, hogy az állományszerkezet lényegesen befolyásolja sertéstenyészetek termelését és ráfordítását. Az optimális állományszerkezet kialakításához sok egymással összefüggő szempont, tényező befolyásoló hatásával kell számolni. A javasolt matematikai modell alkalmasnak látszik az optimális állományszerkezet kialakítására esetleg nem egy, hanem többlépéses iteratív eljárással.

Irodalom

- (1) Kesorü J., Wittmann M.: Optimization of some production factors in industrialized piggy-complexes. PAPER P27, E.A.A.P. 27.th. Ann.Mtg. Zürich, 1976.
- (2) Schull N. J., Mac Cluer, J.W.: Human genetics: Structure of population. Ann. rev.of. Genetics 2: 279-304. (1968)
- (3) Sváb J.: Módszer állatpopulációk gazdasági értékelésére, szerkesztett modelltenyészetrel. Agrárt.Közl. 28: 147-154, 1969.

PTE Közgazdaságtudományi Kar és POTE Egészségügyi
Szervezési Intézet

Nemparaméteres statisztikai módszerek alkalmazása a kérdőíves
cardiovascularis előszűrés adatainak számítógépes értékelésében

Csébfalvy György, Szilárd István és Tényi Jenő

A megbetegedési esetek gyakorisága és az összmorbiditás egyes kórformák közötti megoszlása igen szoros összefüggést mutat a társadalmi és gazdasági változásokkal, azoknak egyenes következménye. Párhuzamosan a tudományos-technikai fejlődéssel, ennek korunkban bekövetkezett robbanásszerű felgyorsulásával, a morbiditási struktúrán belül is rövid idő alatt alapvető változások történtek. Jellemzőnek csak egy példa: a Wiener Medizinische Wochenschriftben 1833-ban számolt be Adam Hammer extrém bradycardiában szenvedő betegéről, kórokként a szívkoszorúér rögzös elzáródását tételezve fel. Ez volt az akut myocardialis infarctus első, élőben diagnosztizált esete. Ma az összhalálozás több mint 50 %-át a keringésrendszeri megbetegedések okozzák, ezeknek 1/5-e akut myocardialis infarctus.

A cardiovascularis betegségcsoport magas részesedési aránya az összmorbiditásból indokoltá teszi a speciálisan csak erre a betegségcsoportra koncentrált szűrővizsgálat bevezetését.

A POTE Egészségügyi Szervezési Intézetében évek óta folytatunk olyan céltudatos kutatómunkát, mely a szűrővizsgálatokkal szemben támasztott alapvető követelmények megtartása mellett (nagy szenzitivitás, megfelelő specificitás), a magasán kvalifikált orvosi munkaóra igényt csökkenti, illetőleg ennek effektivitását növeli. A kérdőíves előszűrés kialakított módszere lehetővé teszi egészségügyi közép-káderek nagyobb mérvű bevonását a vizsgálatba, s ezen túlmenően az értékelés és a sürgősségi sorrend felállítása számítógép segítségével történhet.

Előadásunk a 7. Neumann Kollokviumon ismertetett kutatás (a keringésrendszeri latens morbiditás önjellemző kérdőívvel való felderi-

tése) továbbfejlesztése során felvetődött számítástechnikai-módszertani problémákkal, illetve ezek megoldási lehetőségeivel foglalkozik.

Az első kísérleti jellegű előszűrést 1975-ben a Pécs-Rácvárosi (44.sz.) orvosi körzetben végeztük.

A kiindulási kérdőívvel, illetve a kutatás első szakaszában alkalmazott számítástechnikai eljárásokkal szerzett tapasztalatok alapján a kérdőívet, illetve a számítógépes értékelés módszerét tökéletesítettük. A kérdőív, illetve a számítástechnikai eljárás továbbfejlesztése során a validitás és ezen belül elsősorban a szenzitivitás növelésére törekedtünk.

A módszertani vizsgálat első szakaszában (Pécs-Rácváros) a számítógépes értékelés a szubjektív klinikai panaszokra és a gyógyszereszedésre irányuló kérdésekre adott válaszok, valamint a vérnyomásmérés eredményéből adódó, összesen 28 adat (28 elemű vektor) figyelembevételével történt. Az értékelés során a kérdőíven szereplő feltételezett kockázati tényezőket, valamint a psychodiagnosztikai tesztként kitöltetett Ozsváth-féle 20 pontos önjellemző panaszleltár eredményét nem vettük figyelembe.

A diszkriminancia analízis (DA) kiindulási adatait az orvosi-lag felülvizsgált 773 fős populáció alkotta. A felülvizsgált személyeket a felülvizsgálat eredményétől függően két osztályba soroltuk. A P1 (a felülvizsgálat szerint egészséges) populáció elemszáma 305, a P2 (a felülvizsgálat szerint beteg) populáció elemszáma 468 fő volt. A vizsgált paraméteres eljárások validitása 77-80 %, szenzitivitása 74-75 %, illetve specificitása 80-87 % között mozgott. A kutatás első szakaszában vizsgált eljárásokra általában jellemző, hogy specificitásuk lényegesen kedvezőbb, mint szenzitivitásuk, ugyanakkor a szűrővizsgálatokkal szemben támasztott alapvető követelményeknek legjobban egy nagy szenzitivitású és megfelelő specificitású eljárás felelne meg. Ez a tény önmagában indokolja a továbblépés szükségességét.

A továbbfejlesztett kérdőív kialakításakor néhány kérdés esetében a kérdésfeltevés módját, a válaszlehetőségeket megváltoztattuk, illetve néhány kérdést (pl. beszédzavar) elhagytunk. Lényeges változtatást jelent a kiindulási kérdőívhez képest az, hogy a vérnyomásmérés minden esetben két alkalommal, a kérdőív kitöltése előtt, illetve azt

közvetlenül követően történik. A változtatást az a közismert tény indokolta, hogy az aktuális vérnyomás értékét a psychogén tényezők nagymértékben befolyásolják. A 2. mérés alapján a WHO szerint hypertonia kategóriába tartozók száma 4 %-kal alacsonyabb, mint az 1. mérés alapján. Megjegyezzük, hogy a rácvárosi vizsgálat során egy mérés megbízhatóságát 74 %-nak találtuk. A módosított kérdőív $n = 59$ adatot tartalmaz:

- szubjektív klinikai panaszok és gyógyszeresedés (26 adat),
- az 1. és 2. vérnyomásmérés eredménye (2 adat),
- psychodiagnosztikai teszt (Ozsváth) (1 adat),
- feltételezett kockázati tényezők (30 adat).

Az egyes kérdésekre vonatkozó válaszlehetőségek maximális száma $m = 4$, az egyes válaszokat a 0,1,2,3 egész számokkal jelöljük.

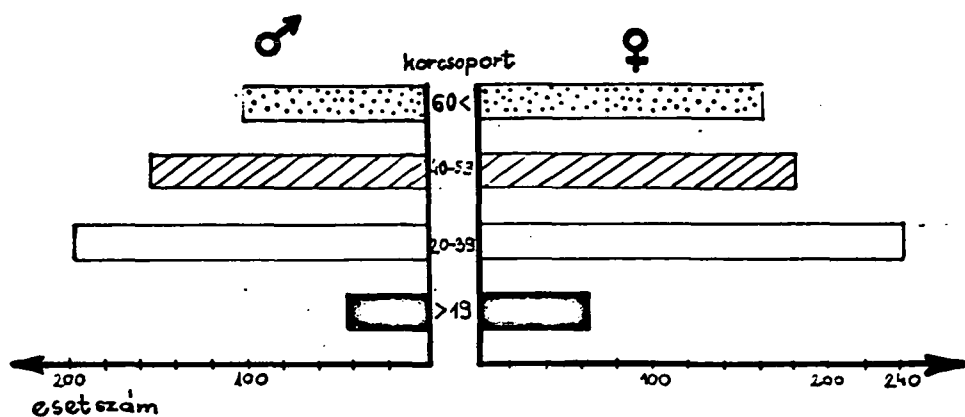
A módosított kérdőív utolsó oldala a felvett adatokat lyukkártya lyukasztásra alkalmas formában tartalmazza.

A továbbfejlesztett kérdőíven alapuló előszűrést Nagyharány községben végeztük. Az előszűrés a község teljes felnőtt lakosságára kiterjedt (1140 fő).

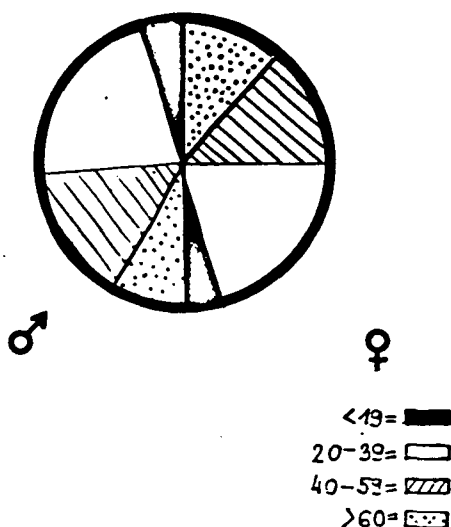
A vizsgált lakosság korcsoport és nem szerinti megoszlását az 1. ábra szemlélteti.

A DA kiindulási adatait az orvosilag felülvizsgált 290 fős populáció alkotta. A felülvizsgált személyeket a felülvizsgálat eredményétől függően három csoportba soroltuk. A P1 (a felülvizsgálat szerint egészséges, tehát orvosi ellátást nem igényel) populáció elemszáma 104 fő, a P2 (a felülvizsgálat szerint sürgős orvosi ellátást nem igényel, de gondozásbavétele, műszeres kivizsgálása indokolt) populáció elemszáma 82 fő, illetve a P3 (beteg, tehát sürgős orvosi ellátást, terápiát igényel) populáció elemszáma 104 fő.

A P2 populációba sorolt személyeket úgy jellemezhetnénk, hogy szubjektív vagy objektív tényezők következtében a keringésszerkezeti megbetegedés veszélyének fokozottan ki vannak téve, illetve a megbetegedés iniciális stádiumában vannak (risk population).



A vizsgált populáció kor és nem szerinti megoszlása



1. ábra

A módszertani vizsgálat első lépéseként a rendelkezésre álló legjobb paraméteres eljárás, a Fisher-féle lineáris eljárás kettőnél több populációra kiterjesztett változatának alkalmazhatóságát vizsgáltuk. Az általánosan alkalmazott Fisher-féle eljárás feltételezi, hogy a válaszvektorok populációnkénti eloszlása többváltozós normális eloszlás, és az egyes populációkat jellemző kovariancia mátrixok egyenlőek. Ezek a feltevések kérdőívünk esetében nyilvánvalóan nem állnak fenn, viszont a Fisher-féle eljárás megbízhatóságát jellemző paraméterek a továbblépéshez biztos támpontot jelentenek.

Mivel a Fisher-féle eljárást - két populációra - már a rácvárosi előszűrés során is alkalmaztuk, így lehetőségünk nyílt arra, hogy a kérdőív módosításának eredményességét ellenőrizzük.

A Fisher-féle eljárással 29, illetve 59 változó figyelembevételével kapott eredményeket a 2. ábra szemlélteti. Az ábrán a zárójeltek közötti értékek a kockázati tényezők figyelembevételével végzett DA eredményei. A megbízhatósági paraméterek a módosítás eredményességét igazolták.

| | 1 | 2 | 3 | FISHER |
|-----|---------|---------|---------|--------|
| P 1 | 89 (93) | 14 (10) | 1 (1) | 104 |
| P 2 | 11 (8) | 57 (62) | 14 (12) | 82 |
| P 3 | 2 (1) | 25 (19) | 77 (84) | 104 |

| P1 - P23 |
|----------------|
| VD = 90 (93) % |
| SZ = 93 (95) % |
| SP = 86 (89) % |

Σ 290

CN(3,3)=0,689
(0,724)

2. ábra

A kockázati tényezők figyelembevétele a megbízhatósági paramétereket számottevő mértékben javítja. Már a rácvárosi vizsgálat során megfigyeltük, hogy azon számítógépes eljárással betegnek nyilvánított személyek, akiknél a panaszok mögött objektív elváltozást nem találtunk, átlagos neurotizáltsági szintje szignifikánsan magasabb, mint az objektív orvosi felülvizsgálat szerint betegnek nyilvánított egyéneké. A Fisher-féle eljárással a nagyharsányi populációra kapott eredmények ezt a megfigyelést megerősítették. Vizsgálataink szerint a magas neurotizáltsági szint csökkenti a szubjektív panaszok érvényesülését a 2-3 osztálybasorolásnál. A Fisher-féle eljárás alkalmazásakor problémaként jelentkezett, hogy bizonyos statisztikailag jelentéktelennek tűnő tünetgyűttesek orvosi szempontból igen lényegesek annak a meghatározásakor, hogy az adott egyén műszeres vizsgálatára szükség van-e. A probléma elemzésekor, mint megoldási lehetőség felvetődött a nemparaméteres (eloszlástól mentes) nemlineáris módszerek alkalmazása.

Az eddigi vizsgálat során ortogonális függvények lineáris kombinációjaként előállítható, nemlineáris diszkriminancia függvények alkalmazhatóságát elemeztük.

Az ismertetendő eljárás a diszkriminancia függvényt az általánosított (komplex értékű) véges WALSH függvények lineáris kombinációjaként állítja elő (1), ennek megfelelően az eredményül adódó diszkriminancia függvény komplex értékű, vagyis a válaszvektorokat a komplex sík pontjaira képezi le.

Komplex értékű ortogonális függvények alkalmazásának szükségessége abból következik, hogy a kérdőívünkben szereplő kérdések válaszlehetőségeinek maximális száma $m < 2$. (Bináris válaszvektorok esetében, tehát ha $m = 2$, az általánosított WALSH függvények valós értékűek.) Az eljárás lényegét a P1 és P23 populáció esetében a 3-4. ábra szemlélteti. (N1, ill. N23 a P1, ill. P23 populáció elemszáma.)

A W vektor optimális abban az értelemben, hogy a P1 és a P23 populációra vonatkozóan $f(x)$ várható értékének különbségét (a széparációt) maximalizálja.

$$x = [x_1, \dots, x_n], y$$

AHOL

$$x_i \in M, M = \{0, 1, \dots, m-1\}$$

$$y = \begin{cases} 1 \\ 2 \\ 3 \end{cases} \quad \text{HA} \quad \begin{matrix} E \\ D \\ B \end{matrix}$$

$$P1 = \{ x; y = 1 \}$$

$$P2 = \{ x; y = 2 \}$$

$$P3 = \{ x; y = 3 \}$$

$$P23 = \{ x; y = 2, 3 \}$$

$$f(x), X \rightarrow C \quad \text{AHOL} \quad X = \{ x \}$$

C = A KOMPLEX SIK

$$C1, C23 \subset C,$$

$$C1 \cap C23 = \emptyset$$

$$\text{HA } x \in P1 \cup P23 \quad f(x) \in C1 \rightarrow x \in P1$$

$$f(x) \in C23 \rightarrow x \in P23$$

3. ábra

$$f(x) = W \phi(x)$$

AHOL

$$W = (\bar{w}_1, \dots, \bar{w}_k)^*$$

$$\phi(x) = (\overline{\phi(x, z_1)}, \dots, \overline{\phi(x, z_k)})^*$$

$$k = 1, 2, \dots, m^n$$

$$z_j, j = 1, 2, \dots, k \quad \text{POZITIV EGÉSZ}$$

$$\phi(x, z) = h \cdot \beta \cdot g(x, z), \quad h = \sqrt{1/m^n}$$

$$\beta = \exp(2\pi\sqrt{-1}/m), \quad g(x, z) = \sum_{i=1}^n x_i z(i)$$

$$W1 = \sum_{x \in P1} \phi(x), \quad W23 = \sum_{x \in P23} \phi(x)$$

$$W = [W1/N1 - W23/N23]$$

DÖNTÉS

$$\text{HA } \operatorname{Re}[f(x) - C] \geq 0 \quad \text{AKKOR}$$

$$x \in P1, P23$$

$$C = 0,5[W1^*W1/N1^2 - W23^*W23/N23^2]$$

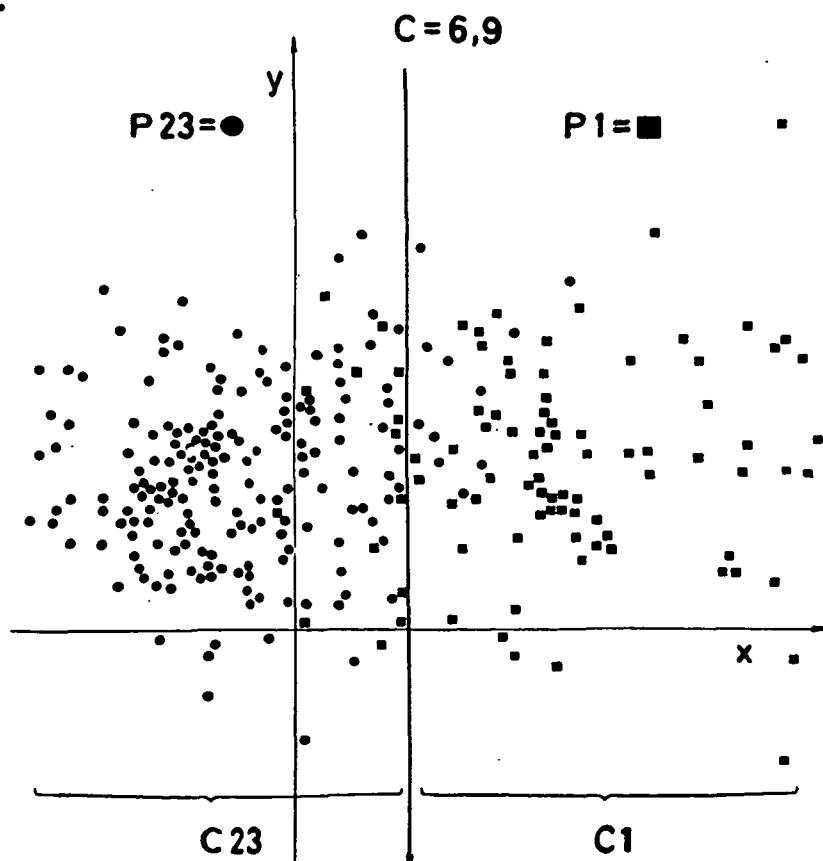
4. ábra

A P2 és a P3 populáció esetében az eljárás hasonló A P1 és a P23 populációkhoz tartozó, 29 változóra vonatkozó diszkriminancia függvényvel kapott eredményeket a 5. ábra szemlélteti. A vizsgálat során a kockázati tényezőket nem vettük figyelembe. A C1 és a C23 részhalmazok meghatározásakor a legegyszerűbb módszert alkalmaztuk (1).

A diszkriminancia függvény az egyváltozós, valamint a fontosabbnak ítélt két változós kapcsolatoknak megfelelő WALSH függvények lineáris kombinációja. A W vektor elemszáma 320.

A WALSH függvényeken alapuló eljárás megbízhatósági paramétereit a 6. ábra szemlélteti. Az eredmények várakozásunkat igazolták, a P2 és a P3 populációk közötti téves besorolások száma jelentős mértékben csökkent. A módszer adaptív, tehát további fontosnak ítélt kapcsolatokat tükröző együttthatók a már beépített együttthatóktól függetlenül számíthatók, illetve az egyes populációk - újraszámítás nélkül - egyszerűen bővíthetők.

Az eljárás programja FORTRAN nyelven készült, DOS operációs rendszer felügyelete alatt minimum 128 K-s berendezésen futtatható. A program komplex aritmetikát használ. A program első változatának futási ideje $n = 29$, $m = 4$ esetben, 290 megfigyelésre 46 perc.



5. ábra

| | 1 | 2 | 3 | WALSH |
|----|----|----|----|-------|
| P1 | 90 | 12 | 2 | 104 |
| P2 | 10 | 63 | 9 | 82 |
| P3 | 1 | 12 | 91 | 104 |

Σ 290

MEGBIZHATÓSÁG P1 - P23

| |
|-----------|
| VD = 91 % |
| SZ = 94 % |
| SP = 87 % |

CN(3,3)=0,734

6. ábra

Irodalom

- (1) Uesaka, Y.: Construction of a complex-valued nonlinear discriminant function for pattern recognition, IEEE Trans. Syst. Cybern., vol. SMC-1, no.3, july 1971.
- (2) Csébfaly Gy., Szilárd I.P.: Cardiovascularis kérdőíves előszűrés adatainak számítógépes értékelése, standardizált metodika kidolgozása. Számítástechnikai és kibernetikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és a biológiában, 7. Kollokvium, Szeged, 1976.

- (3) Szilárd I.P., Csébfalvy Gy. és mtsai: Kérdőíves előszűrés és értékelésének kérdései, MOTESZ Eü. Szerv.Tud.Egy. Tudományos Ülése, Budapest, 1977. jan. 27.

POTE Egészségügyi Szervezéstan Intézet és PTE Közgazdaságtudományi Kar Módszertani Tanszék

Rendelőintézeti betegforgalom digitális szimulációja

Buda József és Csébfalvy György

Az idő kihasználatlanságából adódó várakozás az élet sok területén kellemetlenségeket okoz. A rendelőintézeti szakellátás során általánosan fellelhető a várakozás, ami sokszor meghaladja az ellátási idő többszörösét. Kaufmann (1964) szerint a sorbanállás korunk betegsége. Elfogadjuk, hogy sok esetben csaknem elkerülhetetlen a várakozás, de fel kell használnunk azokat a javító eszközöket, melyek ára csekély a gyorsabb kiszolgálás hasznához viszonyítva. Amikor a biztonság, vagy más szükséglet a gyors kiszolgálást követeli meg úgy, hogy a várakozást egy meghatározott érték alá kell szorítanunk, akkor belátjuk a felhasználható eszközök fontosságát és szívesen megfizetjük azok költségeit. Mindezek alapján érthető, hogy az egészségügyi szervezés irodalmában igen jelentős helyet foglal el a várakozás, a sorbanállás problematikája.

A sorbanállás irodalmának első összefoglalását 1957-ben Doig közölte, aki 1955-ig bezáróan már 642 irodalmi adatot sorolt fel. Azóta eltelt időben a tudományos munka ezen a területen is olyan mértékű előrehaladást mutatott, hogy a közlemények száma szinte áttekinthetetlen. Az irodalomban egyre erősebb az igény a matematikai módszerek felhasználására a tudományos kutatómunkában, a modellezésben, a kísérletek kiértékelésében, az intézmények, szolgálatok működési adatainak feldolgozásában az egészségügy területén is. Különösen a valószínűségszámításnak lesz egyre nagyobb szerepe az egészségügyi szervezéstudományban is. A valószínűségi változókat tartalmazó ugynevezett sztochasztikus modellek mindjobban kiszorítják a mutatók rendszerét, ugyanis sokkal tökéletesebben jellemzik a folyamatokat, mint valamely mérőszám, mutató. Míg a jól megalkotott modell minden lényeges ismérvet tartalmaz, a mutatók a jelenségeket csak egy meghatározott szempontból jellemzik, így nem alkalmasak arra, hogy segítségükkel reálisan írjuk le a folyamatokat.

Csak egy modell alkalmas erre, amely a vizsgált jelenséget - a maga komplexitásában - a lehető legtökéletesebben adja vissza.

Ilyen sztochasztikus modell az ugynevezett sorbanállási modell is. Ennek segítségével próbálunk választ adni arra, hogy az ambuláns betegellátásban mi az az optimális orvosszám, amely esetén a betegeknek sem kell sokat várakoznia és az orvosoknak sem számottevő a kieső ideje. Ha túl sok az orvos, akkor már nem a betegek állnak sorba, hanem maguk az orvosok várnák tétlenül az olykor-olykor betévedő betegeket. Ez a rendszer a rendelőintézet fenntartási költségeit, illetve a gazdasági oldalát tekintve nem közömbös. Ha túl kevés az orvos, akkor a betegek aránytalanul sokat várakoznak, s így a termelésből való kiesés ölt nagy mértéket. Valahol a két extrém érték között van az optimum. A sorbanállásnak azonban nemcsak gazdasági, hanem szociális oldala is van. A kérdést a humánus szempontjából sem szabad figyelmen kívül hagynunk.

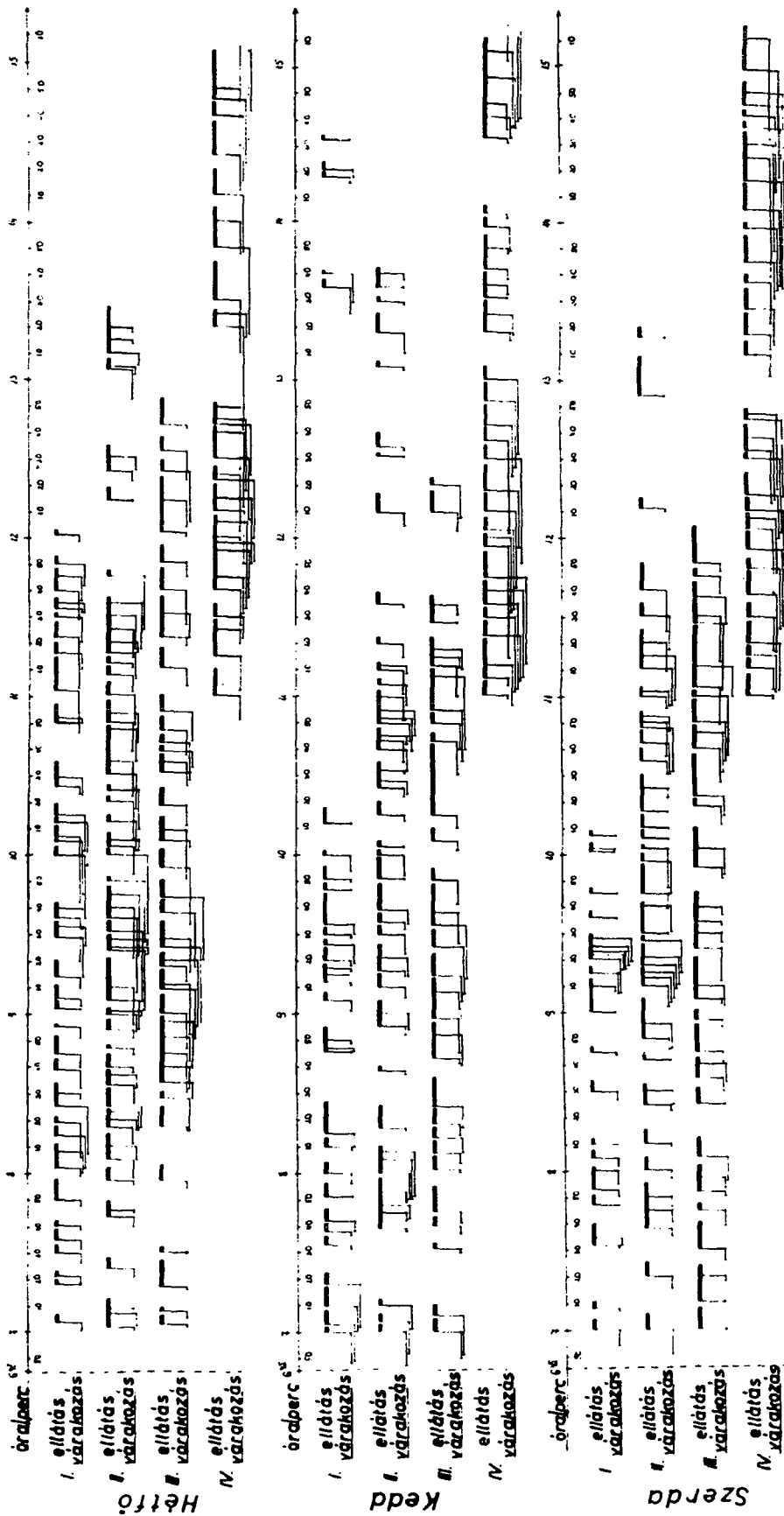
Mindezek alapján a rendelőintézeti betegellátás tudományos munkaszervezése érdekében, helyzetvizsgálat adatai alapján számítógépes modellkísérletet végeztünk. (1. és 2. ábra)

A kísérleti modellek egy rendelő betegforgalmát szimulálják az ellátási idő, valamint a percenkénti beérkezések eloszlásának függvényében. Az adott rendelőt jellemző paraméterek input adatként adhatók meg. A paraméterek igen tág határok között mozoghatnak, ami a modellek alkalmazhatóságát nagymértékben növeli.

A szimulációs modellek a rendelő működésének statisztikai jellemzőit (pl. átlagos várakozási idő, a rendelési idő átlagos kihasználtsága stb.) adják meg. A modellek segítségével a rendelő működése a beteg, ill. a kezelőorvos szemszögéből egyaránt vizsgálható.

A SIWA-01 modell a tényleges helyzetnek megfelelő, rögzített ellátási kapacitással számol, tehát a tényhelyzet reprodukálására alkalmas.

VI. 4-6



1. ábra

A BETEGEK ÉRKEZÉSE, VÁRAKOZÁSA ÉS ELLÁTÁSA A RHEUMATHOLOGIAI SZAKRENDELÉSEN PÉCSETT 1973.

VI. 7-9



2. ábra

A SIWA-02 modell az előírt (input adatként megadott) maximális várakozási idő figyelembevételével az ellátási igényeknek megfelelően változó, az igényekhez alkalmazkodó ellátási kapacitást tételez fel, tehát elsősorban tervezési célokra alkalmazható.

A szimulációs modellek programjai FORTRAN nyelven készültek, a DOS operációs rendszer felügyelete alatt 64 K byte kapacitású berendezésen futtathatók. A programok teszteléséhez a II. Rheumatológiai rendelő empirikus adatait használtuk fel.

A programokkal max. 52 hét szimulálható, tehát a rendelő működését jellemző statisztikai paraméterek - határesetként - 52 hét adataiból számíthatók ki. Egy hét szimulációjához szükséges gépidő R-20-as berendezésen: 2 perc. A modellek "belső órája" percenként "ketyeg". Vizsgálataink szerint finomabb időbeosztás (pl. 30 sec) az eredmények értékelhetőségét számottevően nem javítaná, viszont az empirikus adatgyűjtés lényegesen nehezebbé válna.

A programok az egyes időpontokat a (hét, nap, óra, perc) paraméterekkel azonosítják. A paraméterek egész számok.

A modellek feltételezései:

1.) A betegek ellátása beérkezési sorrendben történik. A modellekben "kartonozó" nem működik, tehát adott időpontra történő berendelés nincs. A beérkező beteg napi sorszámot "szakít", majd az ellátás megkezdéséig várakozik. A SIWA-02 modellben a várakozási idő az előírt maximumot nem lépheti túl.

A programok a beérkező betegeket a napi sorszámmal azonosítják. A két program a rendelő eseményeiről (beérkezés, az ellátás megkezdése, az ellátás vége) a pontos időpont (hét, nap, óra, perc), valamint a kezelő megjelölésével "naplót" vezet. A SIWA-01 modellben egy kezelő működik, a SIWA-02 modellben a pillanatnyi igényektől függően egy vagy több.

A "naplóban" a napi sorszám segítségével az egyes betegek időbeli mozgása nyomonkövethető.

2.) A percenként beérkező betegek száma a beérkezés időpontjától (nap, óra) függő, empirikus, diszkrét valószínűségi változó. A valószínűségi változó eloszlása tetszőleges lehet.

3.) Az ellátás időtartama az adott rendelő ellátási sajátosságait tükröző, empirikus, diszkrét valószínűségi változó. Az ellátás időtartama az ellátás időpontjától (nap, óra) független. A valószínűségi változó eloszlása tetszőleges lehet.

4.) A várakozási idő a beérkezés időpontjától (nap, óra), valamint a rendelőre jellemző ellátási sajátosságoktól függő diszkrét valószínűségi változó. A várakozási idő eloszlását a programok határozzák meg. A SIWA-02 modellben a várakozási idő maximalizálható.

5.) A két modellben a rendelési időben a kezelőorvos az ellátáson kívül egyéb tevékenységet nem folytat, ill. az ellátás zavartalanságát technikai problémák nem akadályozzák.

6.) A napi rendelési idő időtartama a modellben rögzített, és nem léphető túl. A modellek a rendelési idő lejártá után sorra kerülő betegeket nem látják el.

7.) A modellekben a "betegváró" kapacitása, tehát az egy időben várakozó betegek maximális száma input adatként adható meg és tervezési paraméterként vizsgálható, alkalmazható.

A programok által nyomtatott "napló" tartalma:

A programok a beérkezésekről, az ellátás megkezdéséről, illetve az ellátás befejezéséről készítenek feljegyzést. Ennek megfelelően a "naplóban" három, különböző tartalmu sor szerepel:

1. BELÉPÉS

Tartalom:

- az esemény időpontja (hét, nap, óra, perc)
- az esemény megnevezése:
BELÉPÉS
- a beteg sorszáma
- az esemény időpontjában a várakozók száma

2. ELLÁTÁS KEZDETE

Tartalom:

- az esemény időpontja (hét, nap, óra, perc)
- az esemény megnevezése:
KEZELÉS
- a kezelő sorszáma
- a beteg sorszáma
- a beteg várakozási ideje
- a beteg kezelési ideje

3. ELLÁTÁS VÉGE

Tartalom:

- az esemény időpontja (hét, nap, óra, perc)
- az esemény megnevezése:
ELLÁTVA
- a kezelő sorszáma
- a beteg sorszáma

A programok által nyomtatott összesített eredmények:

A programok a futás során a várakozási idők gyakoriságát

- nap,
- óra,
- a várakozási idő hossza

szerinti bontásban, az egyes kezelők kihasználtságát

- nap,
- óra

szerinti bontásban figyelik.

A két táblázat alapján a vizsgált rendelő statisztikai jellemzői meghatározhatók, ill. a legkülönbözőbb szempontok szerint elemezhetők.

A statisztikai paraméterek megbízható becsléséhez viszonylag hosszú időszak szimulációjára van szükség, mivel az eredmények megbízhatósága a szimulált időszak hosszától függ, ha eltekintünk az empirikus kiindulási adatok megbízhatóságától.

Mivel a szimulált időszak hossza - bizonyos határon túl - az eredmények pontosságát csak kis mértékben befolyásolja, ezért a különböző hosszúságú időszakok szimulációs eredményeinek összehasonlításával az optimális szimulációs időszak hossza meghatározható, ill. az összehasonlítás eredménye megállási feltételként megadható.

A percenkénti beérkezések, ill. az ellátási idő generálására alkalmas szubrutinok G.S.FISHMAN (1973) által javasolt eljárásokon alapulnak.

Az eljárás lényege a következő:

Legyen $P(X = i) = p_i$, ahol $i = 0, 1, \dots, n$ és

$$\sum_{i=0}^n p_i = 1$$

Jelölje j a p_0, p_1, \dots, p_n valószínűségek szignifikáns jegyeinek számát.

Legyen \underline{X} egy 10^j méretű vektor. Legyen

$$\begin{aligned} \underline{X}(1), \dots, \underline{X}(10^j p_0) &: &= 0 \\ \underline{X}(10^j p_0 + 1), \dots, \underline{X}(10^j (p_0 + p_1)) &: &= 1 \\ \underline{X}(10^j \sum_{i=0}^{n-1} p_i + 1), \dots, \underline{X}(10^j \sum_{i=0}^n p_i) &: &= n \end{aligned}$$

Az eljárás algoritmus:

1. lépés: generálunk a $(0,1)$ intervallumban egy egyenletes eloszlású U véletlenszámot.

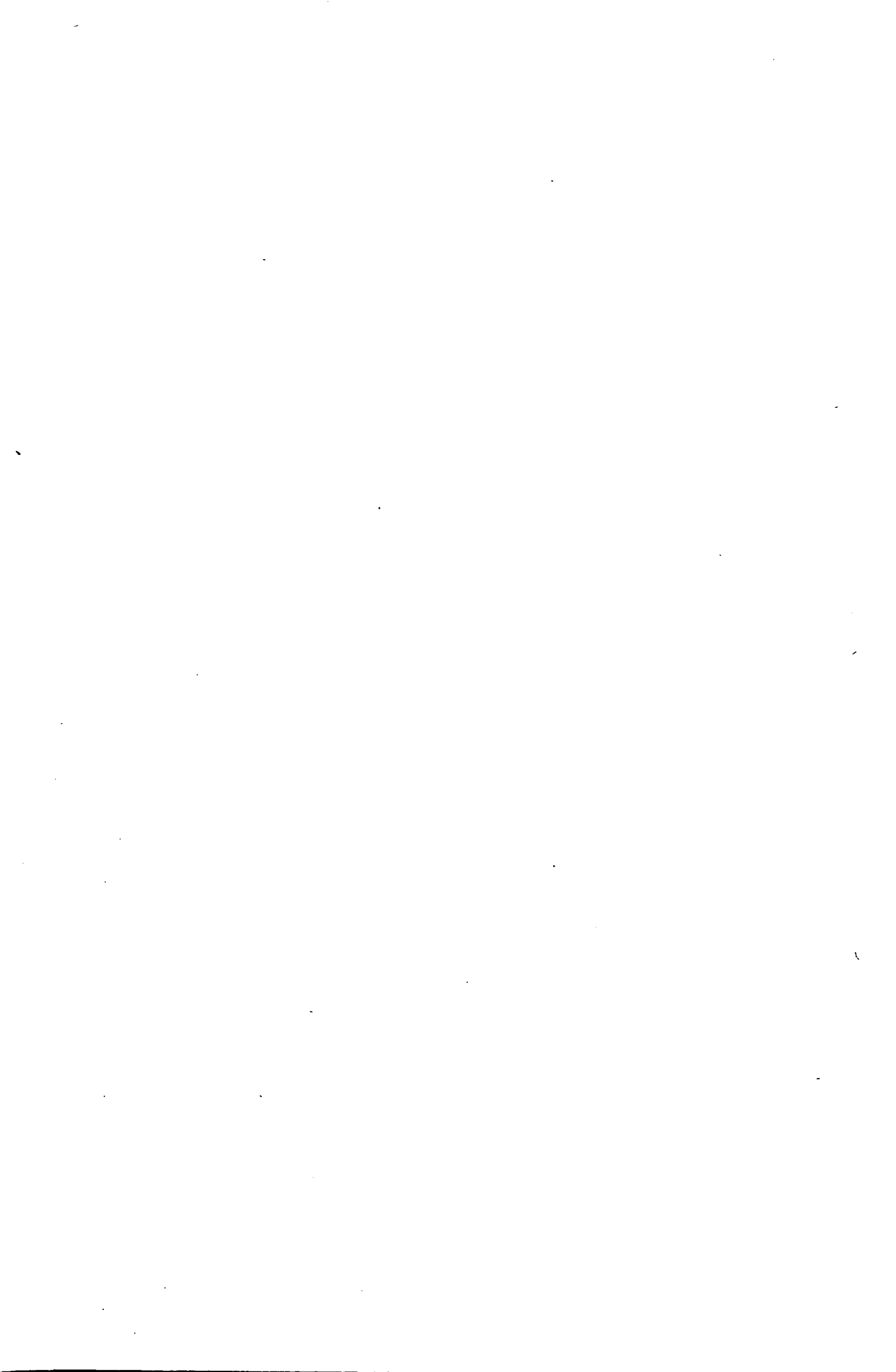
2. lépés: $X[10^j U + 1]$, ahol $[10^j U]$ a legnagyobb egész szám $10^j U$ -ban adja a kívánt véletlenszámot.

Mivel a programok a belépések számát nap és óra függvényeként kezelik, és a FISHMAN féle eljárás tárolóigénye meglehetősen nagy, ezért az eredeti eljárást módosítottuk. (A módosított eljárás az azonos értékű vektorelemek elemszámát tárolja.) A módosítás eredményeképpen adódó eljárás tárolóigénye minimális, ezzel szemben időigényesebb. Az egyenletes eloszlású véletlenszámok előállítására az SSP programcsomag RANDU szubrutinját használtuk fel.

Befejezésül megállapíthatjuk, egy vezetőnek módjában áll, hogy csökkent létszámmal nagyobb teljesítményt biztosítson, alkalmazzon a teljesítmény növelése érdekében munkaerőket állandó vagy ideiglenes jelleggel, alkalmazza a legmodernebb technikai eszközöket, ha azok működtetése gazdaságos, de nincs módja a kihasználatlanul elmúlt idő utólagos felhasználására. Az egyetlen lehetőség ami a rendelkezésére áll az a mód, hogy hogyan használ-tatja ki a rendelkezésére álló megállapított és korlátozott időt.

Irodalom

- (1) Doig, A.: A Bibliography of the Theory of Queues. *Biometrika*, 44, 490-514, 1957.
- (2) Fishman, G.S.: Concepts and methods in discrete event digital simulation, John Wiley and Sons New York, 1973.
- (3) Kaufmann, A.: Az optimális programozás (Módszerek és modellek) Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1964.



Számítógépkalkulációs Kutató Intézet

Párbeszédés lekérdező rendszer alkalmazása az egészségügyi
adatszolgáltatási rendszerben

Kecskés Istvánné

Az egészségügyi ellátottság színvonalának emelése a korszerű eszközök alkalmazása mellett a szakképzett munkaerő (orvosok és egyéb szakkáderek) függvénye. Nem kis gondot jelent annak megtervezése, hogy mindig megfelelő számú, különböző szakképzettségű orvos, gyógyszerész, nővér stb. álljon rendelkezésre és területi munkahelyi megoszlásuk is a szükségletekhez közelítsen. Az orvosok nyilvántartása manuális peremlyukkártyás rendszerben már 15 éve egyedileg tartalmazza az orvosok adatait. Az egészségügyi beszámolórendszer keretében az adatszolgáltatók különböző csoportosításban és ismérvek szerint gyűjtött adatokat szolgáltatnak az egészségügyi személyzetről. Az illetményhivataloknak és ezeken keresztül a Pénzügyminisztériumnak is vannak ilyen jellegű adatai. Mindezek alapján összesítések készülnek és az Egészségügyi évkönyvben kiadásra kerülnek. Ezek az adatok azonban minden erőfeszítés ellenére sem mennyiségileg, sem minőségileg összességükben sem lehetnek elegendőek a korszerű tervezéshez, mert

- sohasem naprakészek,
- nem tartalmaznak minden szükséges információt,
- a gyűjtött adatok nem közvetlenül épülnek az egyediekre,
- a különböző ismérvek szerint gyűjtött csoportok adatai nem mindig ellentmondásmentesek.

Ezen problémák kiküszöbölésére, a megfelelő tervezés-irányítás megvalósítására szolgálhat az egészségügyi személyzet tervezés alatt álló egységes számítógépes munkaerőnyilvántartási rendszere. Minden döntési szinten nagyon nehéz az információ szükségletet konkrétan, tartalmilag és formailag előre pontosan meghatározni. Azt azonban meg lehet mondani, hogy általában milyen információkra lesz szükség, és ezen információk között melyek a lehetséges kapcsolatok.

Az egészségügyi munkaerő-nyilvántartási rendszer kialakításához is csak ilyen alapinformációkra van szükség, és a felhasználó megfelelő formában kérheti az ezekből előállítható konkrét adatokat. Ezt a lehetőséget a Honeywell 66/60-as gépen installált adatbáziskezelő software felhasználásával lehet megteremteni. A rendszer jelenleg három működő részből áll.

Az IDS (Integrated Data Store) kötegelt feldolgozású, befogadó nyelv típusú adatbáziskezelő rendszer. A hierarchikus és hálós strukturákat tartalmazó adatbázis betöltése, karbantartása és lekérdezése IDS-COBOL programokkal történhet. Az így létrehozott adatbázis interaktív módon történő lekérdezésére szolgál az IDS Data Query System. Lényegesen magasabb színvonalú szolgáltatásokat nyújt az MDQS (Management Data Query System).

Szekvenciális, index-szekvenciális és IDS szervezésű file-ok összekapcsolásával egy új logikai adatstrukturát lehet létrehozni. Ezt a teljes strukturát egy adatdefiníciós sémában kell rögzíteni. Emellett a séma meghatározott részeire alkalmazási alséma definíciókat lehet létrehozni a felhasználói igényeknek megfelelően. Mindkét definíció számára van egy leíró nyelv. Az adatdefiníciós nyelv az adatbázis összes adatának és adatkapcsolatának meghatározására szolgál. Az alkalmazásdefiníciós nyelv az adatbázisstrukturába való belépési pontokat és az ezekből kiinduló visszakeresési utakat definiálja. Az adatdefiníciós leírásból automatikusan generálható egy alapértelmezésű alkalmazásdefiníció.

Az MSQS adatbázis adatainak visszanyerésére két lehetőség van:

- a rendszerrel történő párbeszéd formájában megadott adatok feltételes visszakeresése, gyakoriságszámlálás, rendezés és kiíratás,
- az MDQS eljárás nyelvén beadott néhány soros lekérdező programok által feltételes visszakeresés, változók definiálása, számítások elvégzése gyakoriságszámlálás és összegképzés, kontrolszakítás, rendezés, feltételes kiíratás és kimutatások, táblázatok nyomtatása.

Az egészségügyi személyzet egységes munkaerőnyilvántartásának kifejlesztése során első lépésben az orvosnyilvántartási alrendszer kialakítására került sor.

Az orvosnyilvántartási adatbázis strukturális rendszere négy fő belépési pontot, ill. ágat tartalmaz.

A középpontban a személyi ág áll, mely diplomatipusonként csoportosítva és az orvosnyilvántartási számon randomizálva tartalmazza az orvosok személyi adatait. A szervezeti ág a munkáltatókra és az állásokra vonatkozó adatokat, a szakmai ág a szakképzettségeket és szakmai továbbképző tanfolyamokat tartalmazza, a nyelvágban a lehetséges nyelvvizsgák, nyelvtudások szerepelnek. Mindhárom ág kapcsolódik a személyi ághoz, így alakulnak ki azok a relációk, melyekből az egyén munkaviszonyaira, szakképzettségére és nyelvtudására lehet információt kapni.

Az egyes ágak felépítése hierarchikus. A felépítést a visszakeresési utak, a redundancia, a megfelelő lánchosszuság és egyéb szempontok optimális együttes érvényesülésének figyelembevételével alakítottuk ki.

A lekérdezéseket a következő példákkal szemléltethetjük:

- Név alapján a személy megadott adatainak kiírása (1. ábra).
- Az angol középfoku vizsgálóval rendelkező 35 évnél fiatalabb fogorvosok listája, kor szerinti növekvő sorrendben (2. ábra).
- Kimutatáskészítés a különböző költséghelyeken dolgozó orvosok számáról (3. ábra).

Ezekkel a lehetőségekkel kettős célt lehet elérni:

- naprakész információkat ad az operatív döntésekhez
- döntéselőkészítő táblákat lehet gyorsan, könnyen naprakész adatokkal készíteni a tervezés számára.

Az orvosnyilvántartási adatbázist a továbbiakban kiegészítjük az egyéb szakállomány adatbázisával, majd ezen elemi adatbázisokból további származtatott, gyűjtött adatokból álló strukturákat lehet kialakítani az archiválás, az idősoros elemzés és a célirányos döntések rugalmas kielégítése céljából. Ezen fejlesztéseken kívül az MDQS adottságai folytán lehetővé válik az is, hogy egyéb file-okat vagy más egészségügyi alrendszerek adatbázisait viszonyítási alapként használjunk fel és viszonyszámokat, komplex elemzéseket közvetlenül számítógéppel is végezhessünk az egészségügyi helyzet jellemzésére (pl.: munkaerő, betegségek, eszközellátottság közötti kapcsolatok).

```
INVOKE 'ALKDEF1'  
RETRIEVE BELEPES1 FROM ORVABA  
WHERE ORVSZ = 'SOVANY KATALIN'  
PRINT ON FILE 'EREDM1' NEV, KELY  
END
```

1. példa

1. ábra

```
INVOKE 'ALKDEF2'  
RETRIEVE BELEPES3 FROM ORVABA  
WHERE NYTU = '38', SZULEV > '34', DIP = '2'  
SORT BELEPES3 ON SZULEV  
DSC ORDER  
LET $SZULEVE = (SZULEV + 1900)  
PRINT ON FILE 'EREDM2' NEV,  
$SZULE PIC '9(4)'  
END
```

2. példa

2. ábra

```
INVOKE 'ALKDEF1'  
REPORT ORVOSOK ON FILE 'EREDM3'  
PAGE HEADING IS F1  
F1. LINE 'KHELY' COL 20, 'ORV-SZAM' COL 60  
SPACE 4  
X1. LINE KHELY COL 20, $ORV-SZAM COL 60 PIC '9(5)'  
RETRIEVE BELEPES2 FROM ORVABA  
WHERE ALKM < '30'  
SORT BELEPES2 ON KHELY IN ASC ORDER  
LET $ORV-SZAM = COUNT ORVSZ  
WRAP-UP  
PRINT X1  
END
```

3. ábra

3. példa

Az MDQS rendszer alkalmas továbbá az adatállomány újrastrukturálására és karbantartására is. Idővel jelentős programtárat lehet kialakítani és ennek paraméterezésével és fejlesztésével az igények kielégítése minimális képzettséggel megoldható.

Irodalom

Honeywell IDS User's Guide, 1974.

Honeywell IDS Programmer's Guide, 1974.

Dr. Hannes Merten: Az adatbankszervezés kérdései Pb. 1975.
Statisztikai Kiadó Vállalat

Honeywell Managemnt Data Query System/IV. User's Guide, 1976.

Honeywell Manegement Data Query System/IV. Adminisztrator's Guide, 1976.

Az orvosnyilvántartás rendszerterve, SZÁMKI Belső kiadvány, 1977.

MTA Központi Fizikai Kutató Intézet

Orvosbiológiai mérésadatgyűjtő és feldolgozó eszközök a TPA/i
kisszámítógép és a CAMAC rendszer környezetében

Szabó András és Bolyky János

1. Bevezetés

A kisszámítógépek alkalmazása - orvosbiológiai célú real-time mérésadatgyűjtési, on/off-line adatfeldolgozási és egészségügyi Ugyi Ugyvitelgépésítési célú rendszerekben - jelentősen függ a rendelkezésre álló operációs rendszerek és alapsoftware eszközök szolgáltatásaitól.

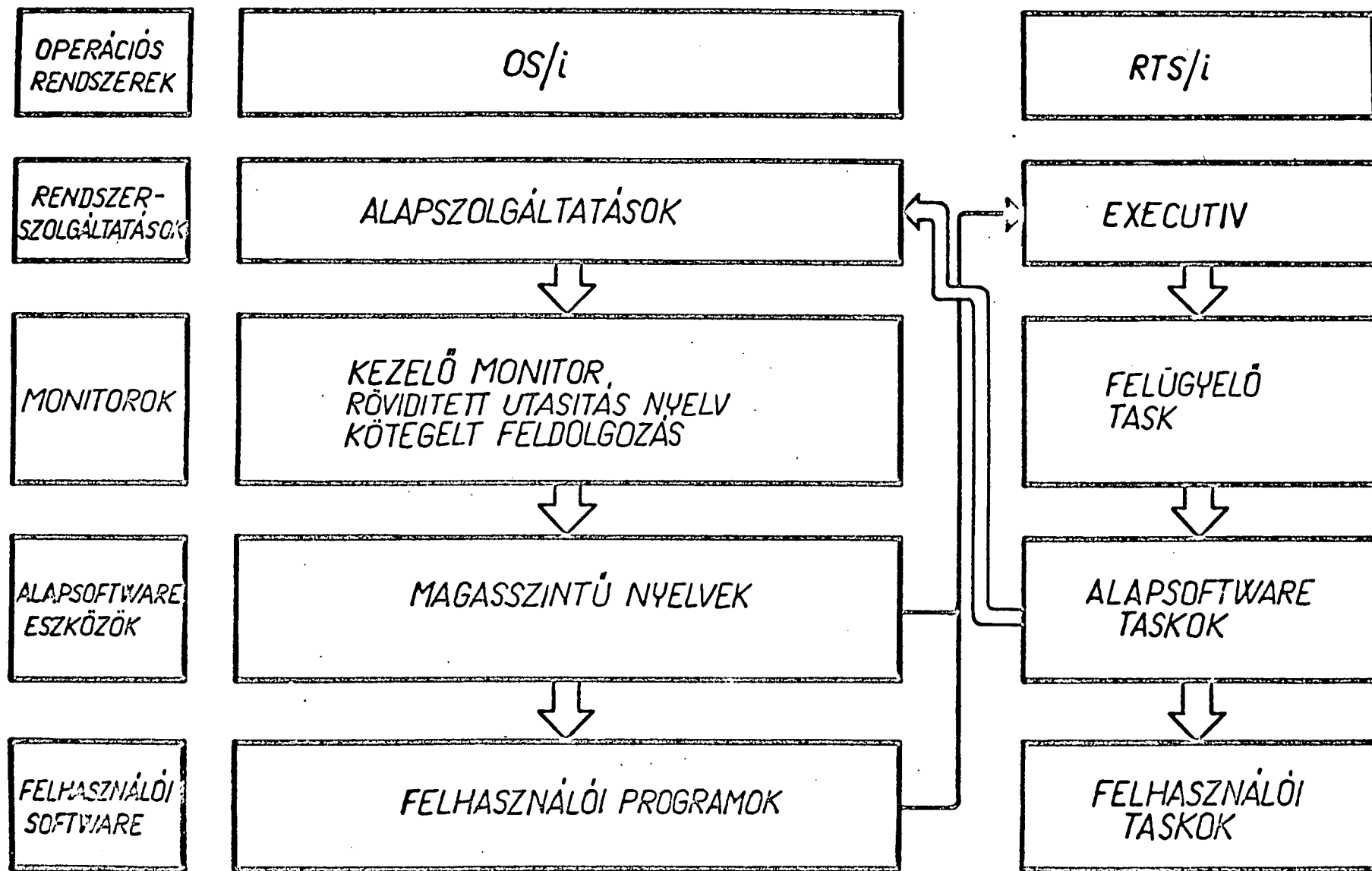
A KFKI-ban folyó orvosbiológiai kutatások egyik középtávú célja egy kisszámítógépes kardiológiai diagnosztikai állomás (1) létrehozása. Ennek egy alrendszereként került kifejlesztésre az a kisszámítógépes interaktív EKG diagnosztikai rendszer (2), amelynek alapsoftware bázisát az itt ismertetésre kerülő alapsoftware eszközök (OS/i, RTS/i, RT BASIC) alkotják.

2. Az OS/i általános célú operációs rendszer

Az OS/i a TPA/i kisszámítógép általános célú operációs rendszere (1. ábra). Az OS/i programkönyvtára a számítógépes feladatok széles körének - tudományos technikai számítások, laboratóriumi mérésadatgyűjtés, adatfeldolgozás, interaktív programfejlesztés - hatékony megoldását teszi lehetővé, rugalmasan illeszkedik változó hardware konfigurációhoz, sokoldalúan segíti a felhasználó munkáját.

2.1. Rendszerszolgáltatások

Az OS/i operációs rendszer számos olyan, rendszerszinten elhelyezett és minden rendszerprogram által használható szolgáltatást tartalmaz, amelyek az alkalmazásorientált felhasználásokban felmerülő számítógépes problémák standard megoldását biztosítják, pl.:



1. ábra
Az OS/i és az RTS/i operációs rendszerek almoduljai.

a.) Az alapsoftware hardware igénye legyen arányos az elvégzendő feladattal, így működjön már igen kis méretű konfiguráción is. A software rendszer legyen képes a teljes rendelkezésre álló hardware-t kezelni, illeszkedjen változó, vagy bővülő periféria konfigurációhoz.

b.) Komplex feladatok elvégzése a feladat részekre való bontása révén oldható meg. Az operációs rendszer különböző feladatokat ellátó moduljai legyenek ezért egymással kompatibilisek.

c.) Jelentősebb feladatok megoldása - főleg magas szintű nyelven - hosszabb terjedelmű programok létrehozásával oldható meg. Ezért a kiszsámítógépnek - illetve alapsoftware eszközeinek - lehetőség kell nyújtani a központi memória kapacitását meghaladó programok futtatására is.

2.1.1. Periféria-függetlenség

A rendszer és programjai a perifériák kezelését rendszerszinten elhelyezett, ún. periféria handlerekkel végzik. A handlerek készlete cserélhető, ill. bővíthető, így egyrészt az operációs rendszer periféria-függetlenné válik, rugalmasan illeszkedik változó, bővülő periféria konfigurációhoz, másrészt lehetőség nyílik arra, hogy a programok futtatása közben mindig az aktuális feladatok szempontjából legalkalmasabb perifériákat használhassuk.

2.1.2. Háttértárszervezés

A háttértárak file nyilvántartásának kezelését szintén rendszerszintű szolgáltatások végzik. Segítségükkel lehet file-okat egy adott háttértárolón megkeresni, létrehozni, vagy törölni. A standard módon létrehozott file-ok minden rendszerprogram számára elérhetők, használhatók. Így biztosítható a rendszer-programok adat- és file kompatibilitása.

2.1.3. Programláncolás

A rendszer láncolási szolgáltatása egyrészt lehetőséget nyújt olyan assembler vagy magas szintű nyelven írt program futtatására, amelynek mérete meghaladja a memória kapacitását, másrészt felhasználható egyébként függetlenül is működtethető programok opcionális összekapcsolására.

2.2. Az OS/i kezelése és vezérlése

Az OS/i operációs rendszer igen egyszerűen kezelhető, nem igényel külön operátort. A működésére szolgáló Kezelő Monitor program segítségével lehet a rendszer programjait futtatni és új rendszer-programokat létesíteni. Az operációs rendszer rendszer-programjainak irányítása és a perifériák kezelése minden program számára egységesen, a rendszer Parancs Dekóder rutinja segítségével történik.

Az operációs rendszer BATCH monitorja segítségével lehetőség nyílik bonyolult programcsomagok futtatására felügyelet alatt, vagy anélkül, valamint ismétlődő munkák elvégzésének automatikussá tételére. A Batch által önállóan futtatott programok egyaránt tartalmazhatnak rendszer- és felhasználói programokat is.

Az OS/i operációs rendszer standard szolgáltatásai a TPA/i kisszámítógépre épülő orvosi biológiai célú mérésadatgyűjtő-feldolgozó rendszerek létrehozásánál - mind kutatási fázisban, mind pedig egy adott rendszer rutinszerű működtetésénél - jelentős előnyt biztosítanak.

3. Az RTS/i real-time operációs rendszer

Az RTS/i egy olyan software eszköz, amely képes különböző eseményekre reagálni, munkáját real-time események is vezérelhetik. Képes egymástól független task-okat egymás mellett, prioritásuk szerint futtatni, real-time (CAMAC) és egyéb perifériákat egyidejűleg működtetni, valamint ezekkel párhuzamosan az OS/i operációs rendszert is futtatni.

3.1. Rendszerszolgáltatások

Az RTS/i rendszer magja az Executiv, egy 1K szónál kisebb helyfoglalású, memória-rezidens, így igen gyors működésű program, amelynek a feladata a taskok futtatása, a taskok Executiv Kéréseinek végrehajtása és a külső megszakítások kezelése.

3.2. Az RTS/i rendszer monitorja

A rendszer interaktív vezérlése és felügyelete a Monitor Console Routine task (MCR) segítségével történik. A task segítségével in-

formálódhat a felhasználó a rendszer task-jainak állapotáról, ezeket utasítással leállíthatja, vagy ismét aktiválhatja. Az MCR segítséget nyújt még konkrét feladatokat végrehajtó alkalmazásorientált taskok belövéséhez olyan utasításokkal, amelyekkel események bekövetkezését lehet szimulálni, ill. a taskokat órajelre lehet futtatni.

3.3. Alapsoftware szolgáltatásokat megvalósító taskok

Az RTS/i rendszerben számos olyan task áll rendelkezésre, amely az alapvető real-time feladatok elvégzését biztosítja. Ilyen az időzítéseket szolgáltató, a real-time CAMAC és egyéb standard perifériákat kezelő, az OS/i operációs rendszert futtató, a hardware-software hibavédelmet biztosító, valamint a távadatközlést végző task.

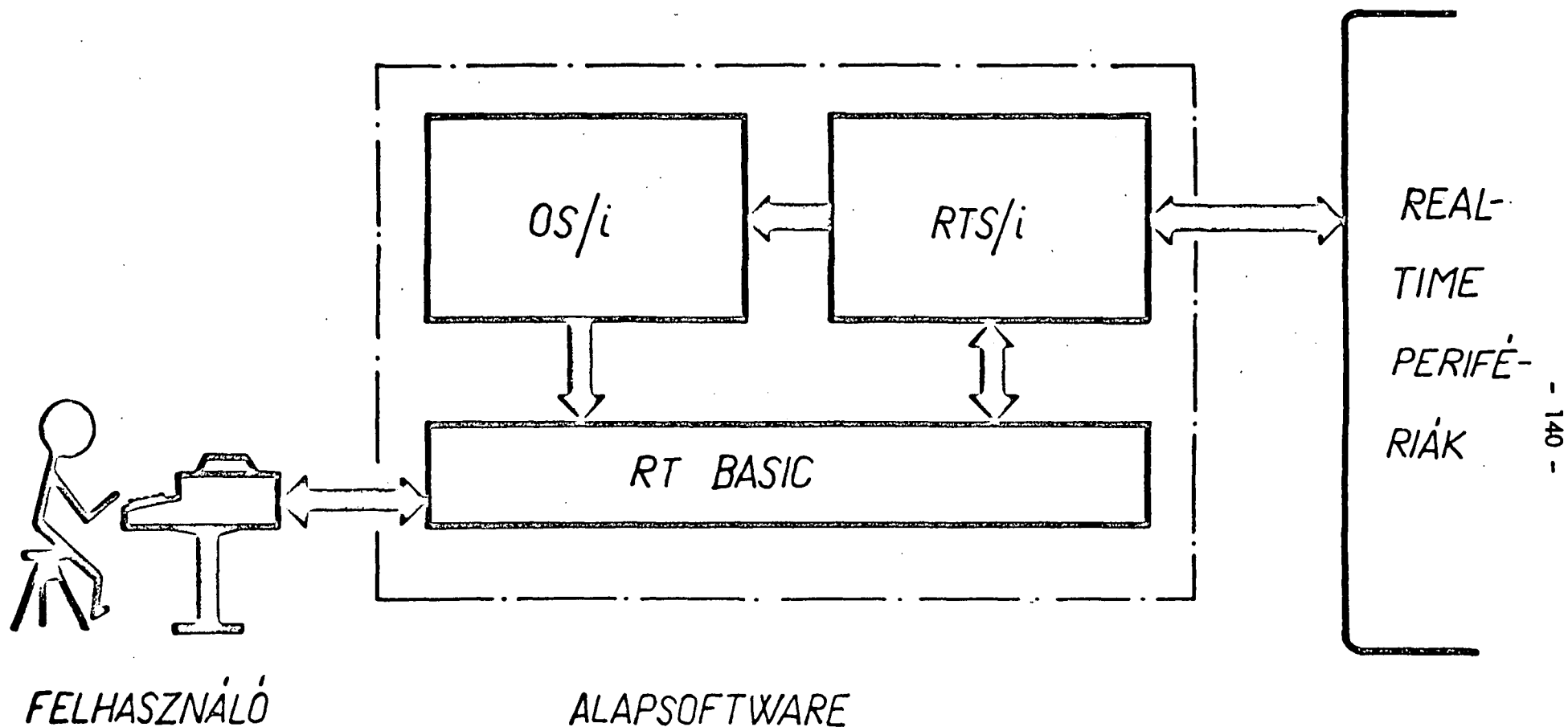
4. RT BASIC - egy programozási nyelv az orvosi biológiai mérésadatgyűjtő rendszerekben

A továbbiakban bemutatásra kerülő (real-time) RT BASIC programozási nyelv lehetővé teszi az orvosi biológiai mérésadatgyűjtési feladatok, a feldolgozások és az eredményközlés elvégzését feladatorientált szolgáltatásai segítségével. Az RT BASIC a magasszintű, interaktív orvos (operátor) - számítógép kapcsolatlétrehozását is biztosítja (2. ábra).

4.1. A BASIC rendszerről általában

Az alapot képező BASIC nyelv egyszerűbb, számos egyéb programozási nyelvnél, így igen hamar elsajátítható, alapvetően kis-számítógépre, nem-számítógép szakemberek számára kifejlesztett software eszköz. Interaktív, közvetlen ember-számítógép kapcsolatban működik, így jelentős mértékben gyorsítja a programfejlesztést, hibakeresést, javítást.

A BASIC programból használható az OS/i rendszer összes perifériája, létrehozhatók adatokat tároló file-ok az OS/i rendszer bármely háttértárán, illetve a BASIC program számára hozzáférhető az ott már létező adat file-ok.



2. ábra
Általános célú orvosbiológiai mérésadatgyűjtő rendszer software alapmoduljainak kapcsolata

Az OS/i programláncolási opciója BASIC programokban is használható. Segítségével részekre bonthatók olyan programok, amelyek hossza meghaladja a számítógép memóriájának kapacitását. A programlánc egymást követő tagjainak futtatásáról a rendszer gondoskodik, a programok közötti kommunikáció a háttértárakon keresztül, file-orientált formában valósítható meg.

Az RT BASIC - a standard BASIC speciális kiterjesztéseként - szintén az OS/i operációs rendszer felügyelete alatt működik, így használja az OS/i összes szolgáltatását, pl. a programláncolást stb. A standard BASIC nyelvhez képest az RT BASIC real-time szolgáltatásokat végző eszközökkel bővült, melyeket a felhasználó az OS/i és az RTS/i együttes futtatása esetén vehet igénybe.

4.2. Az RT BASIC real-time szolgáltatásai

Az RT BASIC lehetőséget nyújt laboratóriumi mérésadatgyűjtési feladatok és más real-time jellegű munkák számítógépes elvégzésére, egy magasszintű nyelven megírt program segítségével.

Az RT BASIC az RTS/i rendszerhez kapcsolódva megvalósítja a laboratóriumi mérésadatgyűjtő eszközként bevált CAMAC real-time perifériarendszer kezelését is, BASIC típusu utasításai segítségével.

Utasítások állnak rendelkezésre CAMAC formátumu adatok konverziójára BASIC típusu adatokká, és fordítva.

Az RT BASIC-ben lehetőség nyílik olyan feladatok programozására is, amelyek, mivel különösen időkritikusak, assembler nyelven kerülhetnek megvalósításra. Ilyen assembler nyelvű, alkalmazásorientált részprogramok elhelyezhetők az RT BASIC-ben, és magasszintű BASIC típusu utasításokkal aktivizálhatók. Ezeknek az alkalmazásorientált programrészeknek a felhasználásával - orvosi biológiai területen különösen előnyös módon - biztosítható az, hogy a mérésadatgyűjtés, az interaktív adatelőkészítés és az eredményközlés összes funkciója egységesen, magasszintű nyelven legyen megvalósítható.

Az RT BASIC nyújtotta, itt ismertetett új lehetőség az orvosi biológiai területen különösen jelentős művelet, a célszerű hardware-software arány megválasztásának is egyik garanciája (3).

Irodalom

- (1) Szlávik, F., Kozmann, Gy.: TPA kishszámítógépes integrált kardiológiai rendszer koncepciója. IV. Orvostech-nikai Konferencia, Budapest, 1977.
- (2) Bolyky, J., Szabó, A.: Rendszertechnikai megfontolások kishszámítógépes interaktív EKG diagnosztikai rendszer software fejlesztésében. 7. Neumann kollokvium, Szeged, 1976.
- (3) Bolyky, J., Kozmann, Gy., Szlávik, F.: A CAMAC rendszer alkalmazási lehetőségei orvosbiológiai mérésadatgyűjtő rendszerek kialakításában. IV. Országos El.Műsz. és Méréstechnikai Konferencia. Budapest, 1976.

SOTE Számítástechnikai Csoport és OTKI Neuropsychiatriai

Tanszék

Osztályozó algoritmusok programrendszerének alkalmazása alváfázis-
sok elkülönítésére

Bak Judit, Halász Péter, Kundra Olga, Pál Iván, Rajna Péter és
Vargha Márton

A SOTE Számítástechnikai Csoportnál az elmúlt évben elkészült egy programrendszer, amely néhány jól ismert tanuló algoritmust foglal össze (1,2).

A módszerek véges számú (M) változóval leírható mintaelemeket sorolnak be megadott osztályokba. Legyen az \underline{x} mintaelem

$\underline{x} = (x_1, x_2, \dots, x_M) \in \mathbb{R}^M$ eleme az M dimenziós mintatér-

nek. Az osztályok, amelyekbe a mintaelemeket besoroljuk S_1, S_2, \dots, S_K . Jelöljük az \underline{x} elem S_i osztályba tartozását (i) felső indexszel. Csak véges

$$(N = \sum_{i=1}^K N_i)$$

számu pontra ismert, hogy melyik osztályba tartozik:

$$\underline{x}_1^{(i)}, \underline{x}_2^{(i)}, \dots, \underline{x}_{N_i}^{(i)} \in S_i$$

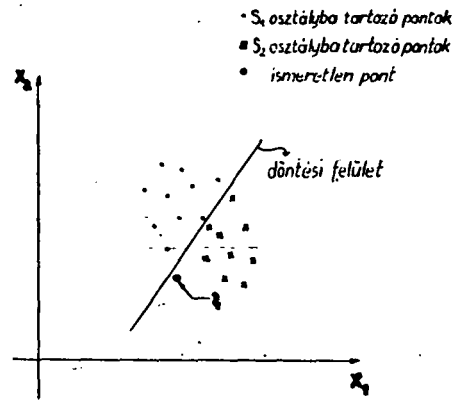
A feladat további mintacsoportok besorolása az S_i osztályokba.

Tekintsük az 1. ábrát. Adottak az S_1 és S_2 osztályokat reprezentáló pontok. A feladat az ismeretlen pont besorolása. Ennek egy módja, hogy meghatározzunk egy döntési felületet, amely a két osztályt jól szétválasztja.

Írjuk le ezt a felületet pl. a $g(\underline{x}) = 0$ egyenlettel, ahol g egy az \mathbb{R}^2 téren értelmezett, valós értékű, folytonos függvény, amelyre igaz az, hogy azokra az $\underline{x} = (x_1, x_2)$ pontokra, amelyek a döntési felület egyik oldalára esnek $g(\underline{x}) > 0$ és azokra, amelyek a másik oldalára esnek $g(\underline{x}) < 0$. Legyen a döntési szabály a következő:

ha $g(\underline{x}) \geq 0$, akkor $\underline{x} \in S_1$ és

ha $g(\underline{x}) < 0$, akkor $\underline{x} \in S_2$.



1. ábra

Tehát, a berajzolt döntési felület meghatározása után, a döntés során a példában látható ismeretlen pontot az S_2 osztályba soroljuk.

A programrendszerben lévő módszerek az adott

$$\left\{ \underline{x}_i^{(i)} \mid i = 1, 2, \dots, N_i, \quad i = 1, 2, \dots, K \right\}$$

halmazból indulnak ki. Az $\underline{x}_i^{(i)}$ mintapontok azonos eloszlású, független valószínűségi változók.

A programrendszer a következő algoritmusokat tartalmazza:

- A lineáris szeparálás módszere. Itt

$$g(\underline{x}) = \sum_{l=1}^M \alpha_l x_l = \begin{cases} \geq 0 & \text{ha } \underline{x} \in S_1 \\ < 0 & \text{ha } \underline{x} \in S_2 \end{cases}$$

- A Committee Machine algoritmus szakaszonként lineáris szeparálást valósít meg. A lineáris szakaszok száma $2a+1$, ahol $a \leq 4$. Legyen e^i az i -edik szétválasztó függvény.

$$e^i(\underline{x}) = \sum_{t=1}^M \alpha_t^i x_t, \text{ ahol az } \alpha^i \text{ együtthatóvek-}$$

torokat úgy határozzuk meg, hogy

$$g(\underline{x}) = \sum_{i=1}^{2a+1} \text{sign } e^i(\underline{x}) = \begin{cases} \geq 0 & \text{ha } \underline{x} \in S_1 \\ < 0 & \text{ha } \underline{x} \in S_2 \end{cases}$$

teljesüljön.

- A Nearest Neighbour (NN) algoritmus az \underline{x} mintaelemre kiszámítja a

$$d(\underline{x}_i^{(i)}, \underline{x}) \quad (i = 1, 2, \dots, N)$$

euklideszi távolságokat. Megadja az ismeretlen osztályba tartozó \underline{x} ponthoz a K ($K \leq 10$) legközelebbi mintaelemet. Az ismeretlen pontot a legközelebbi ponttal egyező osztályba sorolja.

- A potenciálfüggvényes algoritmusnál a g függvényt polinom formájában állítjuk elő.

$$g(\underline{x}) = (\underline{\alpha}, \underline{\varphi}(\underline{x})), \text{ ahol}$$

$$\underline{\varphi}(\underline{x}) = (1, x_1, x_2, \dots, x_M, x_1^2, x_2^2, \dots, x_M^2, x_1 x_2, x_2 x_3, \dots, x_{M-1} x_M)$$

A programrendszerben egy feladathoz az ismert algoritmusok közül bármelyiket használhatjuk.

Meg kell adni a mintatérnek azokat a pontjait (tananyag), amelyekhez az osztálybasorolás (tanítás) ismert. Ezután megadhatók a mintatér ismeretlen osztályba tartozó elemei (tesztanyag). A pontokat és a tanítást a program lyukkártyáról, mágnesszalagról vagy lemezzről fogadja. Paraméterkártyákon kérhetjük a mintapontokon különböző statisztikák számítását, koordinátánként becsülhetjük a várható értéket, szórást, illetve lineáris regressziót és korrelációt számíthatunk. Ugyancsak paraméterkártyán kérhetjük a kiválasztott algoritmus futtatását, ahol ez szükséges, megadhatjuk a kezdő paramétereket.

Az eredményeket, - a döntési felület együtthatóit és a tesztanyag pontjaira vonatkozó döntéseket - a táblázatokon kívül, további feldolgozás céljára mágnesszalag- vagy mágneslemezfile formájában is kaphatjuk.

A FORTRAN - IV nyelven írt többfázisu program R-20 számítógépen, IBM-DOS rendszer alatt működik. Memóriaigénye 108 Kbyte.

A programrendszert alvás közben felvett EEG görbe szakaszainak osztályozására használtuk fel.

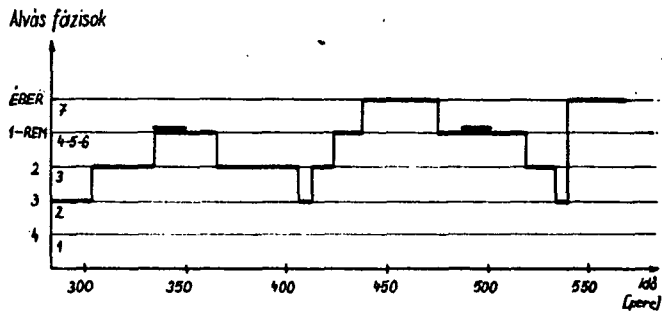
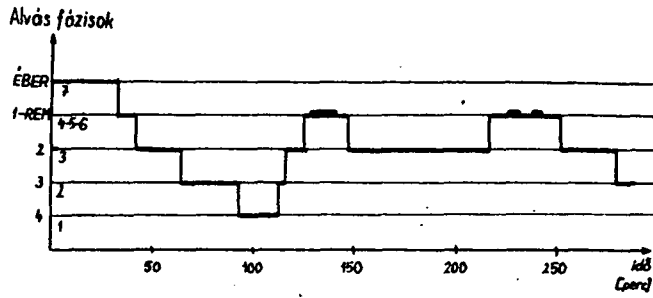
Az alvás alatt regisztrált EEG, EOG, EMG jelek alapján különböző alvásfázisokat szokás megkülönböztetni. A fázisbeosztás lényegében az alvás rövid (30-60 sec) szakaszainak osztályozása. A legelterjedtebb beosztás a Rechtschaffen-Kales féle (3). Több, főleg analóg gépi megoldás született e beosztás automatizálására. A különböző vizsgálók hypnogramjai egy alváslaboratóriumon belül 85-95 %-ban, alváslaboratóriumok között 80-90 %-ban egyeznek. A gépi és kézi beosztás között különböző szerzők 70-90 %-os egyezést írnak le.

Távolabbi célunk az alvás folyamatának a Rechtschaffen-Kales féle hypnogramnál pontosabb leírása. A jelen munka célja olyan automatikus fázisbeosztás megvalósítása, amely a jel könnyen mérhető, ill. számítható paramétereiből indul ki, és amelynek segítségével többet tudhatunk meg az alvásfolyamat dinamikájáról.

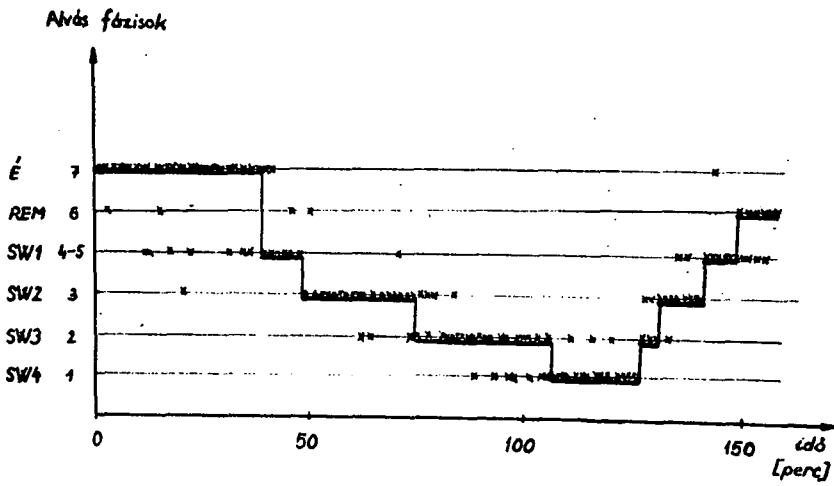
Méréseink során a kísérleti személyeken egész éjszaka 4 csatornán EEG-t, 2 csatornán EOG-t, 1-1 csatornán EMG-t és EDG-t regisztráltunk. Egy VO elvezetésből származó jelet szélessávu analízátor-integrátorral dolgoztunk fel. A teljes EEG elvezetésnek, az alsó β , az α , θ és δ frekvenciasávnak a direktíron megjelenő integrátumértékeit 20 sec-os intervallumokban megszámláltuk, és lyukkártyán rögzítettük.

A bemutatásra kerülő eredmények egy 20 éves egészséges nő alvásának vizsgálatából származnak. Az alvás hypnogramját a 2. ábrán mutatjuk be. Az alvásfázisok tengelyének jobb oldalán látható számok az egyes fázisok kódjai.

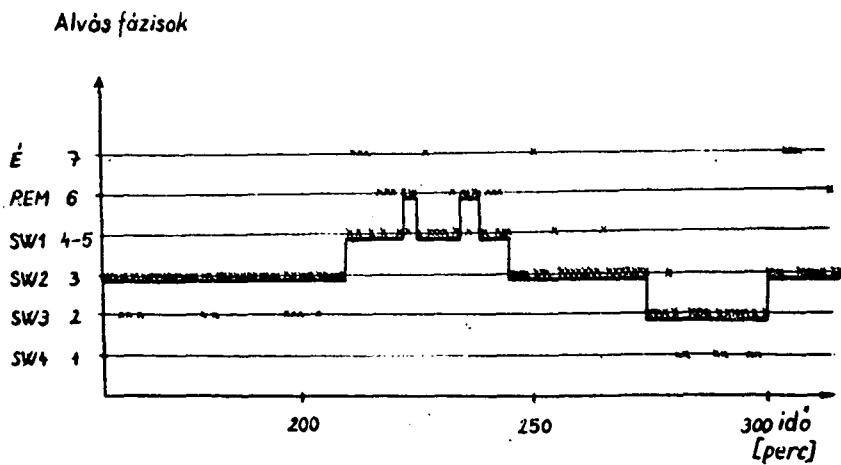
A 3. ábrán az NN algoritmussal kapott eredményeket mutatjuk be. A mintapontok az alvás 20 sec-os intervallumai voltak, ezeket 5 koordinátával, a fent leírt integrátumértékkel jellemeztük. A jobb áttekinthetőség kedvéért itt, és a további ábrákon csak minden harmadik pontot rajzoltunk ki.



2. ábra



3a. ábra



3b. ábra

A 3a. ábrán látható az első 440 intervallumból álló szakasz. Tanításként a fázisbeosztást adtuk meg. Látható, hogy a lassu alvás 2,3,4 szakasza jól elkülönül a többi fázistól, de az éber-egyes szétválasztás 20 %-os, az éber-REM szétválasztás pedig 4 %-os hibával történt. Az egyes fázis és a REM egyáltalán nem különült el. Hangsúlyozzuk, hogy az EOG nincs a koordináták között! A 3-4 fázis osztályozásának hibája: 25 %.

Megfigyelhető, hogy e szakaszon a tanítástól eltérően osztályozott pontok követik az alvásfolyamat dinamikáját, pl. az alvás mélyülő szakaszán elhelyezkedő fázisok elején inkább a felületesebb, végén inkább a mélyebb szomszédos fázis felé tér el az osztályozás.

A 3b. ábrán bemutatjuk a következő 500 pont osztályozását az előző 440 pont alapján. Az osztályozás eredménye a helyes és téves döntéseket tekintve hasonló az előzőhöz, tehát az első alvásciklus jól használható a következő szakasz automatikus osztályozására.

Az osztályozás javítására több lehetőségünk van:

1. újabb változók felvétele (pl. EOG az egyes-REM elkülönítésére),
2. különböző transzformációk a mintatérben,
3. az eredmények simítása pl. 3-4 intervallumra való átlagolással.

Eddigi tapasztalataink ezekkel kapcsolatban a következők:

ad. 1. Az EDG és EMG integrátum felvétele a fent említett 5 változóhoz nem javít az osztályozáson. Itt jegyezzük meg, hogy a δ integrátum elhagyása viszont nem ront lényegesen.

ad. 2. A frekvenciasávok integrátumai helyett a teljes elvezetés integrátumához viszonyított relatív értékek használata nem javította az osztályozás eredményét.

ad. 3. Az eredmények 3 pontos mozgóablakos átlagolásával lényeges javulást lehetett elérni.

Az ismertett eredményeket összefoglalva elmondhatjuk, hogy az NN algoritmus alkalmas az automatikus fázisbeosztás megvalósítására. Elméleti szempontból is érdekes, hogy eredményeink szerint egyetlen bipoláris EEG elvezetés, a REM fázist nem számítva, lényegében elegendő információt tartalmaz a Rechtschaffen-Kales-féle fázisbeosztás elkészítéséhez.

Irodalom

- (1) Meisel, W.S.: Computer-oriented Approaches to Pattern Recognition. Academic Press, New York, 1972.
- (2) Gulyás O.: Az alakfelismerés néhány matematikai kérdése és alkalmazása. Kandidátusi értekezés, 1973.
- (3) Rechtschaffen, A. and Kales, A. (Eds.): A Manual of Standardized Terminology, Techniques and Scoring System for Sleep Stages of Human Subjects. Public Health Service, U.S. Government Printing Office, Washington D.C., 1968.

Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés

Az állat és az ember viselkedése analóg valószínűségi tanulási
helyzetben, számítógéppel levezetett pszichológiai kísérlet

Farkas András

1. Bevezetés

A szerző a 7. Neumann Kollokviumon állatpszichológiai kísérletek számítógépes szimulációjával kapcsolatos eredményeit ismertette (3). A mostani előadásban egy komplex számítógépes kísérleti apparátus bemutatására kerül sor, melynek segítségével a korábbi állatkísérletekkel analóg szerkezetű pszichológiai kísérleteket lehet levezetni emberi kísérleti alanyokon.

A berendezés és a hozzá tartozó programrendszer a sorozatos előrejelzés (sequential prediction) folyamatának vizsgálatára alkalmas. A számítógépes programmal vezérelt kísérletek eredményeit a programrendszer regisztrálja, analizálja, szimulációt végez, majd a szimuláció eredményét összeveti a tapasztalati adatokkal.

A szerző a különböző pszichológiai céllal végzett kísérletei közül itt egy olyat ismertet, amely mintegy a kísérleti berendezés "kalibrálására" szolgált, tehát a tanulás lehetőségét, illetve sikerességét vizsgálta az adott kísérleti feltételek között. Itt hívjuk fel a figyelmet a szerző megjelenés alatt álló dolgozatára (4), amelyben a szimultán interferencia jelenségét tanulmányozta.

2. Pszichológiai háttér

A részleges megerősítés hatásának vizsgálata kapcsán 1939-ben a magyar származású Brunswik Egon vezette be az un. valószínűségi tanulási kísérleteket. Eredeti formájában ezen kísérleteket egyszerű T utvesztőben végezték patkányokkal. Az utvesztő bal, illetve jobb oldali ágához tartozó ételdobozok közt az ismételt futtatások során változtatták az élelem helyét. Brunswik kísérletében a jobb oldalra π va-

lőszínűséggel, a bal oldalra $1-\pi$ valószínűséggel helyeztek jutalmat véletlenszerűen.

Brunswik a kísérleti eredmények elemzésekor egy sajátos jelenséget figyelt meg, amit valószínűségi egyezésnek (probability matching) nevezett el. A jelenség következőképpen foglalható össze: a patkányok nem voltak képesek a maximális jutalmat eredményező viselkedés elsajátítására, ehelyett a kísérlet előrehaladtával a jobb oldalt közelítőleg π , a baloldalt pedig $1-\pi$ valószínűséggel választották.

Az állatok valószínűségi tanulásával kapcsolatos kísérletek továbbfejlődését nincs módunk teljes szélességében nyomon követni, itt csak egy olyan kísérlettipust említünk meg, ami közvetlenül kapcsolódik vizsgálatunk tárgyához.

Stanley 1950-ben (2) egy olyan kísérleti összeállítást próbált ki patkányokon, amelyben csak az egyik oldalt jutalmazta 50 % valószínűséggel, véletlenszerűen, a másik oldalra egyetlen futtatásnál sem helyezett élelmet. A patkányok képesek voltak a maximális jutalmat biztosító viselkedés elsajátítására, bár ez lényegesen lassabban ment végbe, mint folyamatos megerősítés esetén.

Hasonló kísérleti eredményeket publikált Galanter és Bush (6) 1959-ben. A 3. fejezetben ismertetésre kerülő kísérleteinkhez az 50 %-os random jutalomeloszlást az utóbbi cikkből vettük át.

Brunswik állatkísérleteivel egyidőben Humphreys (7) emberi kísérleti alanyokon kezdett valószínűségi tanulási kísérleteket. Eredetileg feltételes reflexet kívánt felépíteni a szemhéjzáró reakcióra részleges kontiguitás mellett. A semleges inger egy fény kigyulladás, a feltétlen inger a szemrefúvás volt. Ezen klasszikus kondicionálási kísérlet verbális analogonjaként kívánta bevezetni valószínűségi tanulási kísérletét.

Humphreys kísérleti berendezése két lámpából állt, amelyek egy panelre voltak felszerelve. A berendezés előtt ült a kísérleti személy. Egy próba abból állt, hogy a baloldali lámpa kigyulladt, majd néhány másodperc múlva π valószínűséggel kigyulladt, illetve $1-\pi$ valószínűséggel sötét maradt a jobboldali lámpa. A kísérleti személynek az volt a feladata, hogy minden egyes próbában megjósolja, hogy

ki fog-e gyulladni a jobboldali lámpa vagy sem. Az analógiában a feltétlen inger szerepét a jobboldali lámpa kívánta ellátni, a reakciót az igen-nem szavak jelentették volna.

Az elmondottakból nyilvánvaló, hogy Brunswik és Humphreys kísérleteinek szerkezete között 2 lényeges eltérés volt. Míg a T utvesztőben a patkányoknak volt választási lehetősége a baloldal és a jobboldal között, és választásukkal mintegy "befolyásolhattók" a próba kimenetelét, Humphreys kísérleti személyeinek nem volt befolyása a jobboldali fény megjelenésére. Ebből a különbözőségről fakad a két kísérlet típus elnevezése, az előbbit az angol nyelvű szakirodalom "contingent"-nek, azaz a kísérleti személytől függőnek, az utóbbit "non-contingent"-nek, azaz függetlennek nevezi.

A két kísérlet típus közti másik különbség abban áll, hogy míg a patkány nem "tudott" arról, hogy ha a másik ételdobozt választotta volna, kapott volna-e jutalmat, addig Humphreys kísérleti személye tisztában volt a bekövetkezett eseménnyel.

A későbbiek során non-contingent típusú valószínűségi tanulási kísérleteket valósítottak meg patkányokkal ún. futófolyosó segítségével (5), ahol az induló dobozból az ételdobozba valóérés idejét mérték, ami természetesen függött attól, hogy korábban talált-e jutalmat a patkány az ételdobozban vagy sem.

A Humphreys pult továbbfejlesztésével Neimark, Goodnow és mások (2) elérték, hogy contingent típusú kísérleteket végezhesenek emberekkel. A berendezések közös jellemzője, hogy két vagy több nyomógombot, vagy kapcsolót tartalmaznak, ezeken lehet az előrejelzést megtenni az egyes próbákban. A választás helyességére vonatkozóan a visszajelzés történhet fénnel, helyes válasz esetén a berendezés által szolgáltatott zsetonnal, érmével stb.

A számos contingent típusú kísérleti eredmény közül itt csak a vizsgálatunk tárgyához közvetlenül kapcsolódó, tehát kétválasztásos 50:0 jutalomeloszlású valószínűségi tanulási kísérletek közül említünk meg néhányat. Goodnow (2) 1955-ben Stanley kísérletét ismételte meg módosított Humphreys pultja segítségével. Eredményei azt mutatták, hogy a tanulás gyorsaságát jelentős mértékben befolyásolja a kísérlet folyamán vállalt anyagi kockázat. Lényegesen kevesebbszer próbálkoz-

tak a nem fizető oldallal a kísérleti személyek, ha a sikeres választásaikért kapott pénzjutalomból levonták a sikertelen választásokért járó büntetést. Robillard (2) eredményei azt mutatták, hogy a tanulás gyorsaságára kihat a jutalmazás mértéke.

Jelentős befolyása lehet a kísérlet eredményére az alkalmazott kísérleti módszernek, illetve eszközöknek. Bush és munkatársai (2) például játék kártyákkal valószínűsítették meg valószínűségi tanulási feladatukat.

Több dolgozat foglalkozik a kísérlet előtt, illetve közben adott instrukciók, az egyes próbák közt eltelt idő, a képzettség, a nem, a kor, a szellemi képességek stb. hatásával a kísérlet kimenetelére. Stevenson és Ziegler (8) az utóbbi két jellemző hatását vizsgálta. Bár kísérleteiket három választásos 66:0:0 jutalomeloszlás esetén végezték, az eredményt mégis közöljük, mert saját kísérleteink értékeléséhez bizonyos támpontot adnak.

Az 1. táblázatban bemutatjuk az előbbieken felsorolt néhány kísérlet eredményét a tanulás gyorsaságát jellemző egyetlen számadattal, a jutalmazott oldal választási valószínűségével a 61-80. próbát magában foglaló blokkra vonatkozóan. A saját kísérleti eredményeinkkel való összehasonlítással kapcsolatban felhívjuk a figyelmet arra, hogy Goodnow, Robillard, Bush és munkatársai egyetemi hallgatókat használtak kísérleti alanyként.

1. sz. táblázat

| Kísérletező | Kísérleti alany | Jutalmazás módja | Választási valószínűség |
|---------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|
| Stanley | patkány | | 82 % |
| Galanter, Bush | patkány | | 93 % |
| Goodnow. | egyetemi hallg. | büntetéses szabad játék | 88 % 64 % |
| Robillard | egyetemi hallg. | 0 ¢/találat | 81 % |
| | " | 1 ¢/találat | 74 % |
| | " | 5 ¢/találat | 72 % |
| Bush és mt. kártyás vált. | egyetemi hallg. | | 77 % 85 % |
| Stevenson, Ziegler 66:0:0 | 5.5 éves gyermek | üveggolyó/találat | 79 % |

3. Számítógéppel levezetett pszichológiai kísérletek

Az általunk kifejlesztett komplex számítógépes kísérleti apparátus segítségével a már idézett Galanter és Bush (6) cikkben leírt patkánykísérletekkel analóg szerkezetű kísérleteket folytattunk le egy általános iskolás és egy középiskolás csoporton.

A kísérleti berendezés: alapvetően egy módosított Humphreys pult, azzal a különbséggel, hogy a választás helyességére vonatkozó jelzés nem fénnnyel, hanem a számítógép által kibocsátott hanggal történt. $7,5 \times 7,5$ cm² billenőfelületű kapcsolók a számítógép programmal lekezelhető speciális rendeltetésű nyomógombjairól lettek levezetve. A kapcsolók valamelyikének működtetését a program érzékeli, ki-elemzi, hogy az adott próbában volt-e jutalom a működtetett kapcsolón, majd hangjelzéssel válaszol. Jutalom esetén trillázó hangot ad, ha a választás sikertelen volt, monoton hangjelzést bocsát ki. A hangjelzéseket speciális programutasítások megfelelő összeválogatásával értük el. Egy-egy hangjelzés maximum 3 másodpercig hallható. Ez alatt kell a következő választást megtenni. Ha a kapcsolóműködtetést a kísérleti személy ezt megelőzően elvégzi, a hangjelzés megszűnik, a csend a 3 másodpercből hátralévő ideig tart, majd az újabb előrejelzésre vonatkozó hangjelzés hallható. Ha a kísérleti személy túllépi a rendelkezésére álló 3 másodpercet, a gép mély morgó hangjelzést ad. Ez mindaddig tart, amíg meg nem történik valamelyik kapcsoló működtetése.

A jutalomeloszláshoz az adatokat a számítógépes program a kísérlet megkezdését megelőzően beolvassa, vagy véletlen számgenerátor segítségével beállítja. Lehetőség van a jutalom helyének a kísérlet közben történő meghatározására az előző választás kimenetelétől függően.

A kísérlet levezetését követően a sornyomtatón részletes regisztrátum készül és az adatok tárolásra kerülnek a feldolgozó programok számára.

Kísérleti eljárás: minden kísérleti személynek 80 alkalommal kellett folytatólagosan előrejelzést végeznie. A kísérlet során a baloldali kapcsolón 50 %-os random jutalom volt, a jobboldali kapcsolón nem volt jutalom.

Kísérleti személyek: az első kísérletben 10 fő harmadik osztályos szakközépiskolai tanulót, a második kísérletben 10 fő 6. osztályos általános iskolás tanulót használtunk fel. A kísérleti személyekkel korábban hasonló pszichológiai kísérletet nem végeztek, a kísérlet befejezéséig egymástól elkülönítettük őket, tehát pszichológiai értelemben naivnak tekinthetők.

Kísérleti eredmények: a tanulás sikeresebb volt a középiskolásoknál, ugyanakkor az ő teljesítményük is jelentős mértékben elmaradt a Galanter-Bush kísérletekben felhasznált patkányokétól. A 2.sz. táblázat a 61-80. próbára vonatkozóan tartalmazza a jutalmazott oldal választási valószínűségét. Az 1. sz. táblázat adataival összehasonlítva az eredményeket látható, hogy általában kedvezőtlenebbek, mint az ott felsoroltak. Ez adódhat abból, hogy a kísérleti személyek nem egyetemi hallgatók voltak, hanem közép, illetve általános iskolások, továbbá a jobb teljesítményre való készítés itt nem volt olyan erős, mint az összehasonlító kísérletekben. További tényező lehet a fényvel, illetve a hanggal történő visszajelzés hatása közti különbség. Meg kell még jegyeznünk, hogy az összehasonlító kísérletek némelyikében a próbálkozások közötti időintervallumok hosszabbak voltak 3 másodpercnél.

2. sz. táblázat

| Középiskolás | választási valószínűség | általános iskolás | választási valószínűség |
|--------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|
| 4001 | 60 | 4011 | 60 |
| 4002 | 60 | 4012 | 65 |
| 4003 | 80 | 4013 | 55 |
| 4004 | 90 | 4014 | 60 |
| 4005 | 60 | 4015 | 55 |
| 4006 | 65 | 4016 | 50 |
| 4007 | 55 | 4017 | 60 |
| 4008 | 70 | 4018 | 55 |
| 4009 | 50 | 4019 | 65 |
| 4010 | 60 | 4020 | 60 |
| átlag | 65 % | | 58,5 % |

A posztexperimentális interjúban a kísérleti személyek többsége beszámolt arról, hogy a jobboldalon nem tapasztalt jutalmat. Hogy ennek ellenére miért választották még a kísérlet vége felé is gyakran az esetek 40-50 %-ában a nem jutalmazott oldalt, meglehetősen változatos válaszokat adtak. Volt aki időzavarra hivatkozott, mások a kapcsolók kezelésének viszonylagos bonyolultságában látták az okot, (egy működtetés abból állt, hogy az egyik kapcsolót átbilentsék, majd visszabilentsék alaphelyzetbe), többen a nem jutalmazott kapcsoló működtetésében látták a baloldali jutalom megjelenésének előfeltételét. Mások kíváncsiságból, játékos tévedésből próbálkoztak a jobboldallal, illetve korábbi tapasztalataikat nem tartották a későbbiekre vonatkozóan szükségszerűnek. A motiváló tényezők sokrétűségére jellemző példaként a következőkben részletesen ismertetett 4014-es általános iskolás kísérleti személyt említjük meg, aki határozottan kijelentette, hogy már a kísérlet korai szakaszában megfigyelte, hogy a jobboldali sárga kapcsolón nem kapott jutalmat, de mivel a sárga a kedvenc színe, jobban szerette volna a sárgán kapni a jutalmat.

A kísérleti eredmények szimulációja: A szimulációhoz a szerző (3) dolgozatában ismertetett 4 operátoros lineáris modell egységes α változatát használtuk fel. Elsőként meghatároztuk a tanulási közép-görbéket. α_1 értékre a patkányoknál 0,935, középiskolásoknál 0,98, az általánosiskolásoknál 0,99 adódott. Mindhárom esetben $\alpha_2 = 1$.

A szimulációk részletes ismertetésére a dolgozat kötött terjedelme miatt nincs mód. Mindössze két példát mutatunk be. Az 1. ábrán egy szimulált kísérletet a középiskolás csoportra vonatkozóan, ahol a paraméterek éppen a közép görbe paraméterei. A szimuláció meglehetősen jól közelíti a 4003 kísérleti személy tényadatait. A személyek eltérő viselkedését a 4009 adataival érzékeltetjük. A 2. ábrán a 4014-es általános iskolás adataival vetettük egybe a szimulált eredményt. Az ábrákon a \times a jutalom helyét jelzi, a felső, ill. alsó sorban szereplő 0 betűk a bal, ill. jobboldal választását jelentik.

ALFA 1= 0:98 ALFA 2= 1.00 INDULO VELETLEN SZAM= 950489599

1211121121211111221212111211222112111112221112111122112121111111121112112211
0*000 00*0 000000* 0 0 000 00 00 00000 00000 00000 00000 00000 00000 00000 00000
0 0 0 0 00 0 0 000 0 000 0 00 0 0 0 0

KISERLETI SZEMELY KODJA= 4003

11211121121211112222211222211211122211212221111222121112211111211111211121
00*0000 00 0*0000 00* 00 000 0000*000
0 0 0 0 00000 00000 0 000 0 000 00 0 00 0 0

KISERLETI SZEMELY KODJA= 4009

222222222112122121221212211222221212112
0000000000 0 00 0 0 00 0 00 00000
0000000000 0 00 0 0 00 0 00 00000 0

1. ábra

ALFA 1= 0:99 ALFA 2= 1.00 INDULO VELETLEN SZAM= 950489599

121112112121221212212121121122211221111222111211112211212121212111121222112211
0*000 00*0 0* 0*00 0 0 000 00 00 0000 00000 00000 00000 00000 00000 00000 00000
0 0 0 0 00 0 00 0 0 000 00 000 0 00 0

KISERLETI SZEMELY KODJA= 4014

21211221211221211112121211212121121212121112221211211112121121121211112222
00*00 00*00000*00000 0 0 000*0 0 00 0 00 0*0*0000 0*00*0000 0*00*0000*0*00000 *
0 0 00 0 00 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 00 0

2. ábra

Irodalom

- (1) Brunswik, E.: Probability as a determiner of rat behavior.
Journal of Experimental Psychology, 1939, 25, 175-197.
- (2) Bush, R.R., & Mosteller, F.: Stochastic models for learning. New
York, Wiley, 1935. 274-309.
- (3) Farkas A.: Egyszerű és valószínűségi tanulási jelenségek. 7. Neu-
mann Kollokvium, Szeged, 1977. 143-267.

- (4) Farkas A.: Simultaneous interference in sequential prediction.
In: Transactions of the Eighth Prague Conference on
Information Theory, Statistical Decision Functions
and Random Processes, 1978. (Megjelenés alatt)
- (5) Franchina, J.J., & Kaiser, P.: Acquisition, transfer and re-
acquisition of single-alternation responding in the rat.
Journal of Comparative Psychology, 1971, 76, 256-261.
- (6) Galanter, E., & Bush, R.R.: Some T-maze experiments. In: Studies
in Mathematical Learning Theory. Stanford University
Press, 1959, 265-289.
- (7) Humphreys, L.G.: Acquisition and extinction of verbal expecta-
tion in a situation analogous to conditioning. Journal
of Experimental Psychology. 1939, 25, 294-301.
- (8) Stevenson, H.W., & Ziegler, E.F.: Probability learning in children.
Journal of Experimental Psychology, 1958, 56, 185-192.

SZOTE Központi Laboratórium Számítástechnikai Központ

A GIN-S generálása R-10 számítógépen

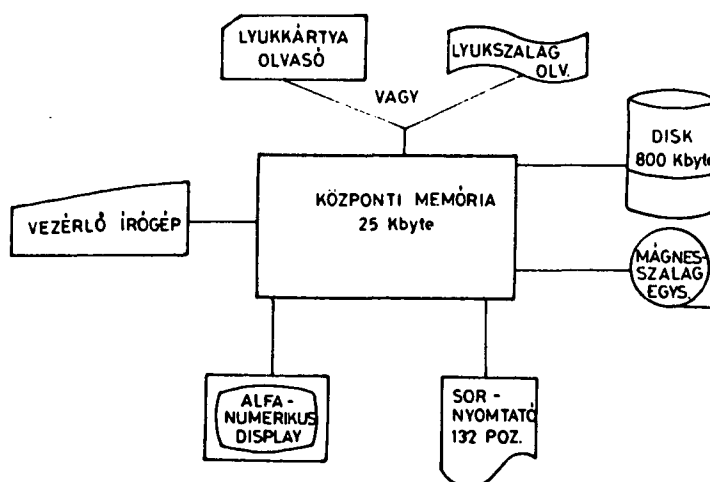
Csernayné Somogyi Katalin, Benedek Szabolcs, Pasek Béla és
Lehoczky András

A SZOTE Központi Laboratórium Számítástechnikai Központja és az I.sz. Belgyógyászati Klinika közös munkacsoportja közel három éve munkálkodik a klinika gastroenterológiai osztályán üzemelő beteginformáció-rendszer létrehozásán.

A tavalyi kollokviumon az elkészült rendszertervet ismertettük, azóta a rendszer konkrét kidolgozásán és implementálásán dolgoztunk.

Jelen előadásunkban a GIN-S - Gastroenterológiai Információ-rendszer - működését biztosító rendszergeneráló programok felépítését ismertetjük. A GIN-S üzemeléséhez szükséges minimális R-10 konfigurációt az 1. ábrán mutatjuk be. Az itt látható konfiguráció

MINIMÁLIS R-10 KONFIGURÁCIÓ



1. ábra

természetesen a generáló programok működéséhez is elégséges. A generáló rendszer fő feladata az alaprendszer működéséhez szükséges file-ok kijelölése, a rendszer-paraméterek betöltése, valamint a file-ok kezdeti értékekkel történő feltöltése. A generálás során célszerűnek látszott az R-10 FMS-10 diszk-kezelő rendszerét felhasználni, mert ez az egyéb célú géphasználatkor védi a GIN-S-ben allokált file-okat. Az FMS-10 diszk-kezelőn kívül ún. GIN-S adatbázist is használtunk a generáló programok működéséhez. Az adatbázis mágnesszalag előre elkészített, - későbbiekben a különböző munkahelyek, alfanumerikus displayin megjelenítendő - szövegeket, ún. képeket és adott utasításokhoz tartozó programrutinok végrehajtási sorrendjeit tartalmazza.

A GIN-S működéséhez szükséges file-okat két csoportba osztottuk, az első csoport neve GINS1, a másodiké GINS2. A felosztást a diszk fix és cserélhető részből való felépítése és a gép másirányú felhasználásának szükségessége indokolja. Az általunk pillanatnyilag használt felosztást a 2. ábrán mutatjuk be. A felsorolt file-ok közül lényeges szerep jut az ún. PARAM-file-nak. A Paraméter-file tartalmazza a rendszerben allokált összes file GINS1 illetve GINS2-höz relatív kezdőcímét, szektorokban megadott hosszát, valamint a rendszer-paramétereket. A kezdőcímet tartalmazó szó 0. és 1. bitje mutatja meg, hogy az adott file a GINS1, vagy a GINS2 csoportba tartozik-e. Rendszer-paramétereknek tekintjük pl. a rendszer felügyelete alatt álló betegek és ágyak számát, a rendszerben dolgozók számát, a betegellátó egység emeleteinek számát stb. A file-ok csoportbeosztása tetszőleges lehet, de alapvető kikötés, hogy a PARAM mindig az első csoport első file-ja legyen. Ez annál is inkább fontos követelmény, mert a GIN-S alaprendszere a generálás során kialakított PARAM-file felhasználásával tájékozódik a diszken.

A táblázaton bemutatott egyéb file-ok felépítésének részletes ismertetése helyett csupán azon file-okról szeretnék röviden szólni, amelyekről a következő előadások során hallanak majd.

A TÖRZS-file-ban minden beteghez egy rekord tartozik, amelyben a következő információk találhatók (3. ábra).

GINS 1

1. PARAMÉTER FILE

GINS 2

2. TÖRZS FILE
3. UTASÍTÁSTÁBLÁZAT FILE
4. TITKOS TRANSZFORMÁCIÓ FILE
5. KLINIKAI DOLGOZÓK FILE
6. ÁGY FILE
7. BETEGAZONOSÍTÓ FILE
8. KÉP FILE
9. STRUKTÚRA FILE
10. KISLISTA FILE
11. LISTA FILE
12. PUFFER 1 FILE
13. PUFFER 2 FILE
14. PUFFER 3 FILE
15. PUFFER 4 FILE
16. KÉPMENTŐ FILE
17. MOZAIK FILE
18. MUNKA FILE
19. TÖRZSKITERJESZTÉS FILE
20. OSZTÁLYNÉV FILE
21. TITKOS TRANSZF. ALG. FILE

— PARAM

— TORZS

— UTTAB

— TITKOS

— KLDOLG

— AAGY

— BETEGA

— KEEP

— STRUKT

— KLIST

— LIST

— PUFF 1

— PUFF 2

— PUFF 3

— PUFF 4

— KEPM

— MOZAIK

— MUNKA

— TKIT

— OSZTNEV

— TBYTE

TÖRZS - FILE

(1 rekord = 256 byte)

- ÁLLAPOT INFORMÁCIÓ
- BETEG NEVE
- BETEG NEME
- SZÜLETÉSI DÁTUM
- KÖRTEREM, ÁGYSZÁM
- OSZTÁLY
- 1. KEZELŐ SORSZÁMA
- 2. KEZELŐ SORSZÁMA
- 3. KEZELŐ SORSZÁMA
- 4. KEZELŐ SORSZÁMA
- 1. KEZELŐ NEVE
- 2. KEZELŐ NEVE
- 3. KEZELŐ NEVE
- 4. KEZELŐ NEVE
- FELVÉTEL DÁTUMA
- KIBOCSÁJTÁSI DÁTUM
- ORSZÁGOS NYILVÁNTARTÁSI SZÁM
- IRÁNYDIAGNÓZIS
- SZEMÉLYI ADAT POINTER
- ANYJA NEVE
- SZÜLETÉSI HELY
- TOVÁBBI ÁLLAPOTINFORMÁCIÓK
- BETEG HÁNYADIK IKERTESTVÉRNEK SZÜLETETT
- ESETLEG KORÁBBRÓL ISMERT ID SZÁM
- BETEG SZÜLETÉSKORI VEZETÉKNEVE
- JELENLEGI ID SZÁMA
- BETEG RANGJA, CÍME
- FELVÉTELI IDŐPONT
- EDDIG MEGADOTT MUNKADIAGNÓZISOK SZÁMA A TÁROLÓBAN
- ALAPRENDSZER MUNKATERÜLETE

2. ábra

3. ábra

Az UTTAB-file 14 byte-os rekordokból épül fel (4. ábra). Minden deklarált utasításhoz egy rekord tartozik, ebben az utasítás kódját, az ellenőrzés jelzőt, az utasításhoz tartozó KEEP és STRUKTURA rekordok kezdetének és végének pointereit, valamint azon munkakörök kódját találjuk, melyek használhatják az utasítást.

A TITKOS-file rövidebb, 6 byte-os rekordokból épül fel. Tartalmazza a titkos kódot, annak transzformáltját és az adott titkos kódhoz tartozó klinikai dolgozó belső azonosítási számát.

A KLDOLG-file 28 byte hosszúságú rekordjai a kezelő belső azonosítási számából, nevéből, munkakörének, munkahelyének kódjából

ból és titkos jelszavából épülnek fel. A betegellátó egység minden emeletéhez az AAGY-file-ban külön rekord tartozik, felépítését az 5. ábrán mutatjuk be.

UTTAB - FILE
(1 REKORD = 14 byte)

- AZ UTASÍTÁS KÓDJA
- ELLENŐRZÉSJELEZŐ
- AZ UTASÍTÁSHOZ TARTOZÓ K E E P É S S T R U K T
- REKORDOK KEZDETÉNEK ÉS VÉGÉNEK POINTEREI
- A MUNKAKÖRÖK KÓDJA, MELYEK ELVÉGEZHETIK AZ UTASÍTÁST

TITKOS - FILE
(1 REKORD = 6 byte)

- TITKOS KÓD
- A TITKOS KÓD TRANSZFORMÁLTJA
- A TITKOS KÓDHOZ TARTOZÓ KLINIKAI DOLGOZÓ
- BELSŐ AZONOSÍTÁSI SZÁMA

KLDOLG - FILE
(1 REKORD = 28 byte)

- A KEZELŐ BELSŐ AZONOSÍTÁSI SZÁMA
- A KEZELŐ NEVE
- A KEZELŐ MUNKAKÖRÉNEK KÓDJA
- MUNKAHELYE (OSZTÁLY)
- A KEZELŐ TITKOS JELSZAVA
- A BETEGELLÁTÓ EGYSÉG KIJELELÉSE

AAGY - FILE
(1 REKORD = 256 byte)

| | | | |
|-----|--------------------|------------------|---------|
| 0. | POINTER (10) | OSZTÁLY (1) | |
| 2. | KÓRTEREM (201) | MAX. ÁGYSZÁM (2) | |
| 4. | KÓRTEREM (202) | MAX. ÁGYSZÁM (1) | |
| 6. | Ø | OSZTÁLY (2) | |
| 8. | KÓRTEREM (203) | MAX. ÁGYSZÁM (2) | |
| 10. | A BETEG MUNKASZÁMA | | ← 201/1 |
| 12. | A BETEG MUNKASZÁMA | | ← 201/2 |
| | | | ← 202/1 |
| | | | |
| | | | |

4. ábra

5. ábra

A rendszergeneráló programok fő feladata az itt bemutatott file-ok allokálása, a rendszerparaméterek betöltése, a file-ok kezdeti értékekkel történő feltöltése. A rutinszerű üzemeltetés biztosításához ugyancsak a generáló programrendszernek kell megoldania a teljes aktuális rendszer kimentését, majd a lementett rendszer újraindítását. Ez utóbbi két feladat kidolgozása még folyik, lényegében mágnesszalagra való mentésről, és ugyanezen szalagról ismét diszkre töltésről van szó.

Részletesebben az alapgenerálás mechanizmusáról szeretnék beszámolni. Pillanatnyilag a generáló programrendszer két programból

áll. Az első program a GINS1 és a GINS2 csoportokba osztott file-ok allokálását végzi el. Az egyes file-ok helyigényét adatkártyákkal közöljük. A későbbiekben az adatkártyák cseréjével lehetőségünk van a szükségleteknek megfelelő file-hossz módosításra. Az allokálás során a diszk megfelelő területei egyrészt fizikailag nullázódnak, másrészt az egyes kijelölt file-ok relatív kezdőcímei és hosszai betöltésre kerülnek a PARAM-file első szektorára. Az allokálás után a rendszerparaméterek betöltése következik a PARAM-file második szektorára, ugyancsak adatkártyákról. A GINS1-hez tartozó file-ok adatkártyái után behelyezett %EOD kártya biztosítja, hogy az azt követő adatkártyákhoz tartozó file-ok már a GINS2 területre kerülnek. A file-ok allokálásának befejezését szintén %EOD kártyával jelezzük. A program további futása során az egyes file-okba a már feltöltött PARAM-file segítségével elhelyezi a már rendelkezésre álló információkat. Pl. az UTTAB-file-ban a deklarált utasítások nevét, az utasítás használatára illetékes munkakörök kódját stb.

Az adott file számára foglalt, de ily módon még ki nem tölthető rekordok byte-jait a program aszerint, hogy szám vagy karakter tárolására vannak kijelölve, nullázva hagyja, vagy szóköz jelekkel tölti fel.

A második, az előbbitől független program foglalkozik a KEEP és STRUKTURA-file adatainak betöltésével. Az ehhez szükséges paramétereket az adatbázis mágnesszalagról kapjuk. A program futása során a már feltöltött KEEP és STRUKTURA-file rekord GINS2-beli kezdő- és végcímét az UTTAB-file megfelelő rekordjában kijelölt byte-okra tölti. Amennyiben az adatbázis szalagon olyan utasításhoz tartozó kép és struktúra is található, amelyet még nem deklaráltunk, és így még nem is lehet benn az UTTAB file-ban, a második program segítségével lehetőségünk van ezen új utasítás beépítésére is.

A rendszergeneráló programok pillanatnyilag kártyákról és mágnesszalagról egyaránt működtethetők, memóriaigényük: 4 Kbyte. Futási ideje a jelenlegi állapotnak megfelelő rendszer-paraméterek, képek és utasítások mellett kb. 15 perc.

Összefoglalva, a generáló programok kifejlesztésével az FMS-10 előnyeit megőrző software eszközt birtoklunk a GIN-S üzemeltetéséhez.

SZOTE Központi Laboratórium Számítástechnikai Központ

A GIN-S alaprendszere

Pasek Béla, Lehoczky András és Benedek Szabolcs

A gastroenterológiai orientált GIN-S fekvőbeteg nyilvántartó rendszerünk kiépítésének egyik legfontosabb problémája az input adatok felvételének kielégítő megoldása.

Munkacsoportunk már az elmúlt Neumann Kollokviumon beszámolt az 1976. szeptember 15-én üzembeállított R-10-es számítógépen elért eredményekről. Elmondtuk, hogy a gyógyító munka során beérkezett adatok döntő többségét (a klinikára kihelyezett VT-340 típusu display-eken keresztül) párbeszédes formában juttatjuk a számítógépbe. Azon programok összességét, melyek az előbb ismertett feladatokat megoldják, a GIN-S alaprendszerének nevezzük. Előadásunkban a már elkészült alaprendszer felépítését és az azzal szerzett tapasztalatokat ismertetjük. Az alaprendszer indításának feltételei a GIN-S diszkrezidens file-jainak allokálása és inicializálása rendszergenerálással.

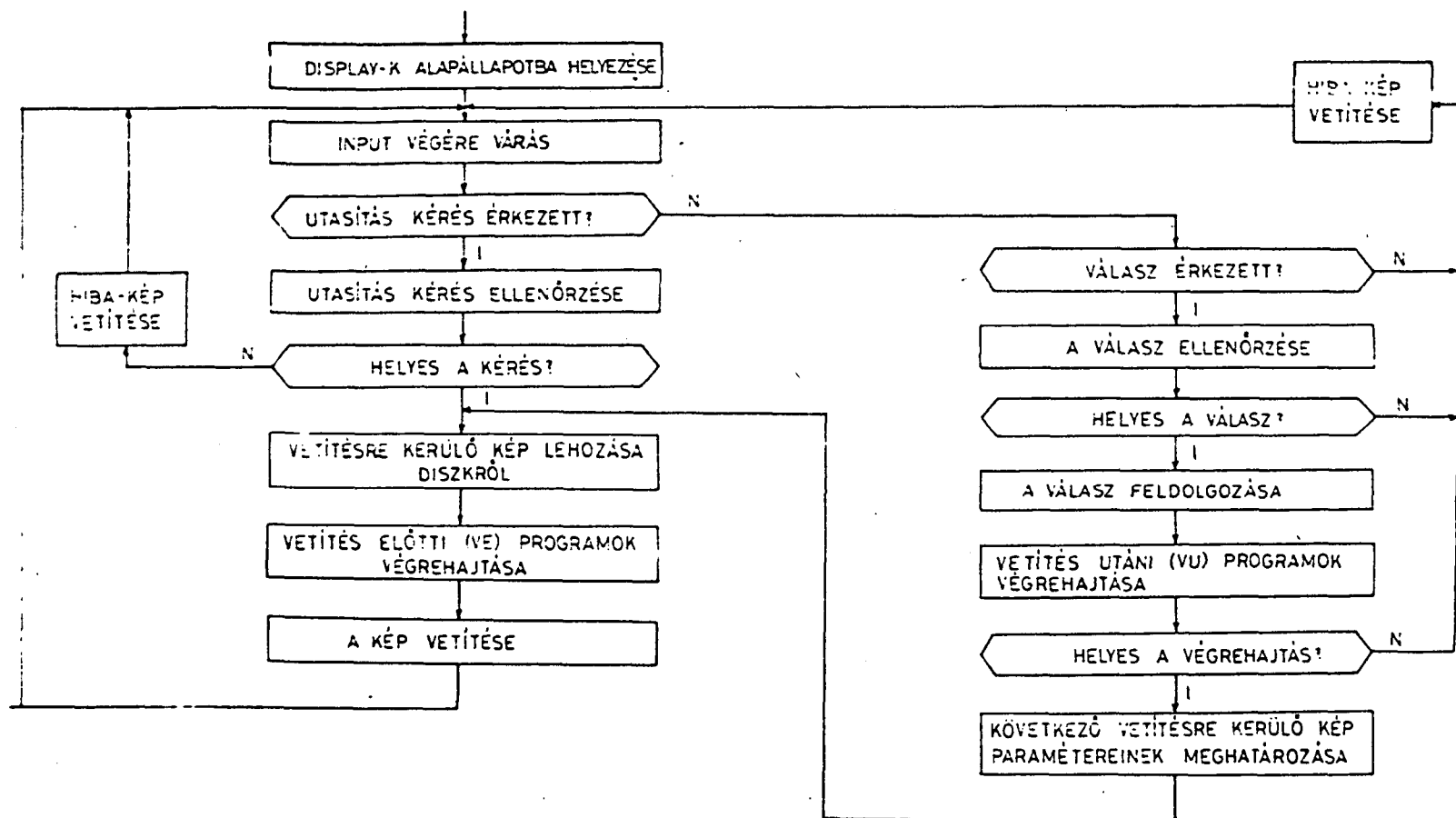
A GIN-S alaprendszere két fő részből áll:

- a magból
- és a vetítés előtti, röviden VE, valamint a vetítés utáni, röviden VU programokból.

A mag tevékenységét röviden az 1. ábra szemlélteti.

Haladjunk végig az ábrán egy rövid példa segítségével. Induláskor a display-eket alapállapotba helyezzük, vagyis a rendszer utasítás hívását várja.

Az utasítás hívását követően (az ETX karakter leütése után) a rendszer ellenőrzi, hogy utasítás hívás történt-e. Amennyiben nem, a rendszer újra alapállapotba kerül, ha igen, úgy ellenőrzi a hívás helyességét, és ha helyes volt, megkezdődhet az utasítás végrehajtása, azaz az első kép vetítése.



A MAG

1. ábra

A megjelenített képre adott helyes válasz esetén a következő kép kiírása és a bejegyzett válasz tárolása a feladat. Az utasításhoz tartozó utolsó kép vetítése után a rendszer ismét alapállapotba kerül. Az ismertetett tevékenységet megvalósító programot 16 kisebb progamegységre (modulra) bontottuk fel. A mag felépítését és működését a modulok feladatainak rövid ismertetésén keresztül szeretnénk bemutatni. (2. ábra.) AZ ALAPRENDSZER FELEPÍTÉSE

| <u>ÁLLANDÓ RÉSZ:</u> | <u>VÁLTOZÓ RÉSZ:</u> |
|----------------------|----------------------|
| MAG: | VE-VU Progr.: |
| 1. MODUL: L: INDI | VE 1 |
| 2. MODUL: L: GYNS | VE 3 |
| 3. MODUL: L: DYIO | VU 4 |
| 4. MODUL: L: KETT | VU 6 |
| 5. MODUL: L: HARO | : |
| 6. MODUL: L: KULE | : |
| 7. MODUL: L: NEGY | : |
| 8. MODUL: L: KERE | : |
| 9. MODUL: L: VEVU | : |
| 10. MODUL: L: SZAM | : |
| 11. MODUL: L: VALA | : |
| 12. MODUL: L: HIBA | : |
| 13. MODUL: L: BEJE | : |
| 14. MODUL: L: EBDE | : |
| 15. MODUL: L: V: FD | : |
| 16. MODUL: L: DYDU | : |

ELKÉSZÜLT

2. ábra

FOLYAMATOS BŐVÍTÉS

Az 1. és 2. modulok feladata a rendszer indításához szükséges paraméterek beolvasása, feldolgozása, a rendszer indítása.
Input adata a napi dátum és az aktiv display-k kijelölése.

A 3. modul feladata a rendszer alapját képező display dialógusok megvalósítása, a display-k szimultán működésének biztosítása, ill. a többi modul megfelelő sorrendben történő indítása.

A modul jelenleg 4 display-t tud kezelni, ezek között nincs kitüntetett és csak az indításkor, vagyis az első modul futásakor aktívnak nevezettek működhetnek. A kép vetítésére algoritmust készítettünk, mivel CLA vonalon nem adható egyszerre egy egész képernyő adattartalma outputra.

A 4., 5., 6. modulok a display-ken megadott utasítások szintaktikus és szemantikus ellenőrzésére szolgálnak (3. ábra).

Ellenőrzés történik arra, hogy:

- egy utasítás végrehajtása folyamatban van-e a display-n,
- a kért utasítás definiált-e a rendszerben,
- az utasítás hívó ismert-e a rendszerben,
- az utasítás paraméteres-e vagy sem, s ha igen,
 - mi a paraméter?
 - kórterem - ágyszám vagy
 - munkaszám,
- a paraméter, illetve a paraméterek helyesek-e,
- az utasítást kérő jogosult-e az utasítás végrehajtására, azaz ellenőrzés történik az utasítást hívó
 - munkakörére,
 - beosztására,
 - osztályára.

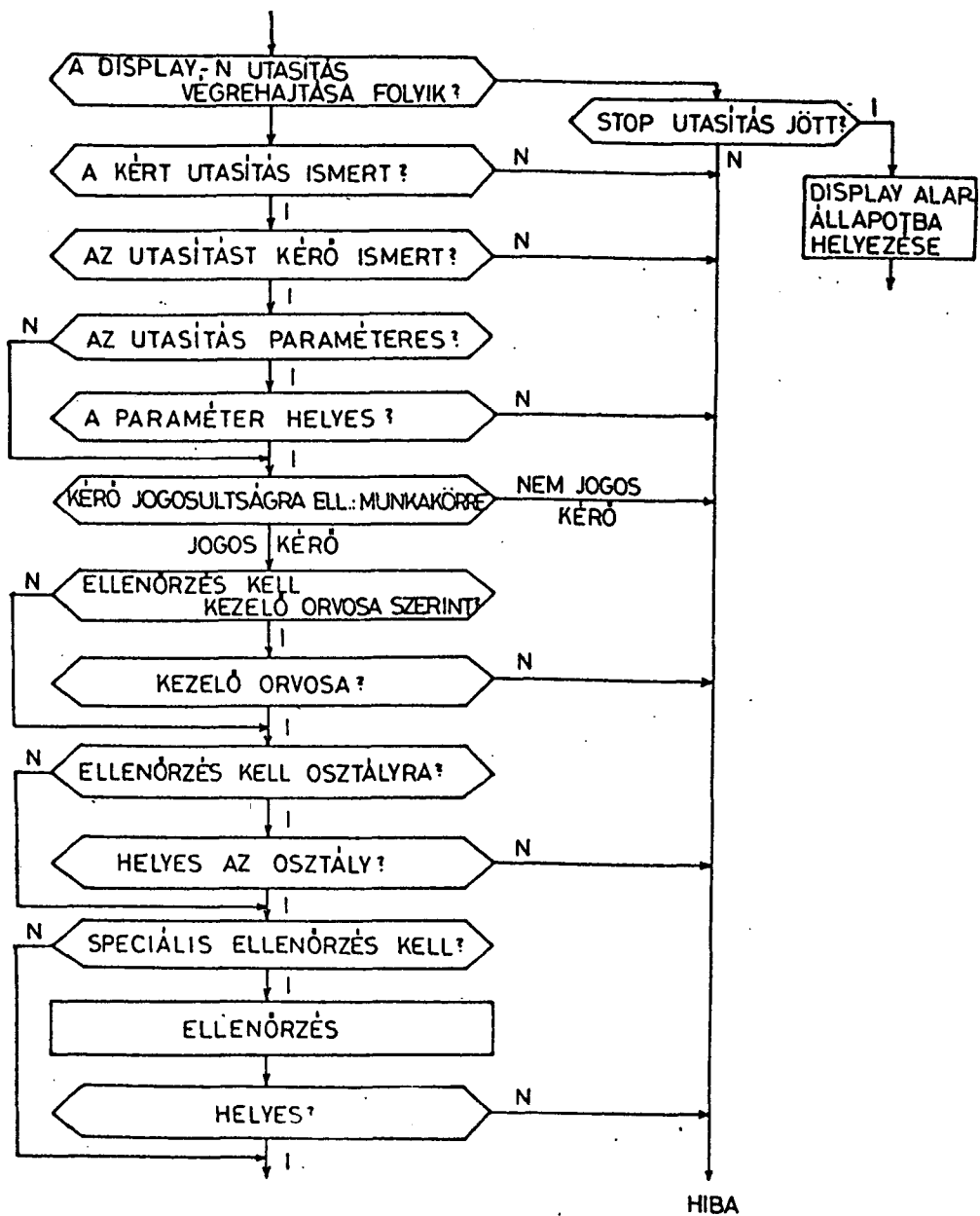
Ellenőrzés történik arra, hogy

- ritkán előforduló utasítás - tevékenység végrehajtása során találtunk-e hibát.

Ezekhez az ellenőrzésekhez a következő file-okat használjuk:

- titkos kód file-t
- az utasítás-táblázat file-t
- a klinikai dolgozók file-t
- az ágy file-t
- és a törzs file-t (rekordokat).

Ezekről a file-okról a rendszer generálásáról szóló előadásban hallottak részletesebben.



AZ UTASÍTÁS KÉRÉS ELLENŐRZÉSE

A 7. modul feladata a display-n vetítésre kerülő kép előállításához szükséges adatok diszkről történő lehozatala. A diszken csak a képek standard részét tároljuk, és később állítjuk elő a teljes képet, mely a vetítés előtti és a vetítés utáni programok feladata.

A 8. modul a rendszer-file-okhoz történő hozzáférést biztosítja, visszakeresésnél a következő keresési eljárásokat használja:

- szekvenciális
- indexelt szekvenciális
- és random.

A 9. modulnak biztosítania kell a kép előállításához és a beérkezett válaszokhoz tartozó, sajátos tevékenységeket megvalósító, vetítés előtti és vetítés utáni programok speciálisan paraméterezett indítását.

A 10. modul feladata a handler tevékenység kiegészítése. A GIN-S aszinkron átviteli vonalra kapcsolt display-ekre készült. A CLA vonalon, on-line üzemmódban, mint köztudott, minden display-n leütött karakter, függetlenül a végrehajtástól, átvitelre kerül. Ez a modul megvalósítja bizonyos, csak ténylegesen végrehajtásra szánt karakterek szűrését, lehetőséget nyújt on-line üzemmódban a display-kép javítására, a hívó modul számára megadja a display-n közölt érvényes karakterek számát.

A 11. modul feladata a vetített képre adott válasz szintaktikus és szemantikus ellenőrzése és a válaszok konvertálása belső ábrázolási módban. Kialakításakor a tömörséget tartottuk szem előtt, mivel a GIN-S az input adatok döntő többségét ilyen módon tárolja. Ez a modul az előző válaszoktól függően a következő kép paramétereit is meghatározza.

A 12. modul az utasítás végrehajtása során felmerülő bármely probléma kijelzésére szolgál. A hiba sorszámát jeleníti meg szöveges információval együtt. A hibajelzésre adott válasz után (ETX karakter) az előző, hibásan megválasztott kép jelenik meg ismét.

A 13. modul feladata: amennyiben erre szükség van, ez a modul végzi el a képre adott válasz sűrített formában történő összegyűjtését a belső tárban és file-okba írja azokat. A file-okban történő el-

helyezés kétféleképpen történhet:

- a puffer-terület betelte esetén az adatokat a megfelelő diszkes file-okban helyezi el,
- a vetítés utáni (VU) programok helyezik el a válaszokból nyert adatokat a rendszer file-okba.

A kétféle tárolás más-más rendszer file-okat használ.

A 14. modul feladata az EBCDIC kódu karakter-sorozattal adott egész vagy törtszámok konvertálása belső, tömörített kódban.

A 15. modul a diszk input és output tevékenységét végzi. Minden modul és a VE-VU programok diszkes file-okhoz fordulása csak ennek a segítségével történhet meg.

A 16. modul a rendszer tesztelését és fejlesztését segíti.

Az alaprendszer másik fő részét a mag mellett, a vetítés előtti (VE) és a vetítés utáni (VU) programok alkotják. Ezek az utasítás végrehajtása során az utasítástól, az adott képtől (esetleg választól) függő tevékenységet hajtják végre.

A VE-VU programokat a mag 9. modulja indítja akkor, ha ezt a vetítésre kerülő display-képek kialakítása, illetve a képre adott válaszok szükségessé teszik.

A VE-VU programok tevékenysége általában egy-egy utasítás csoporthoz tartozik - nem általánosak - így beépítésük a magba nem látszott célszerűnek.

A GIN-S fejlesztése során a VE-VU programok folyamatosan készülhetnek el, az újabb utasítások beépítéséhez szükséges újabb VE-VU programok száma idővel mind kevesebb lesz. A jelenlegi VE-VU programok overlay-ezettek, és hosszuk nem haladhatja meg az 1,3 Kbyte-ot.

Szeretném kiemelni, hogy a GIN-S alaprendszerének ezen belül a mag-nak sincs feladata a leletek, listák előállításában, az archiválásban és az adatvisszakeresésben. Ezeket a feladatokat külön

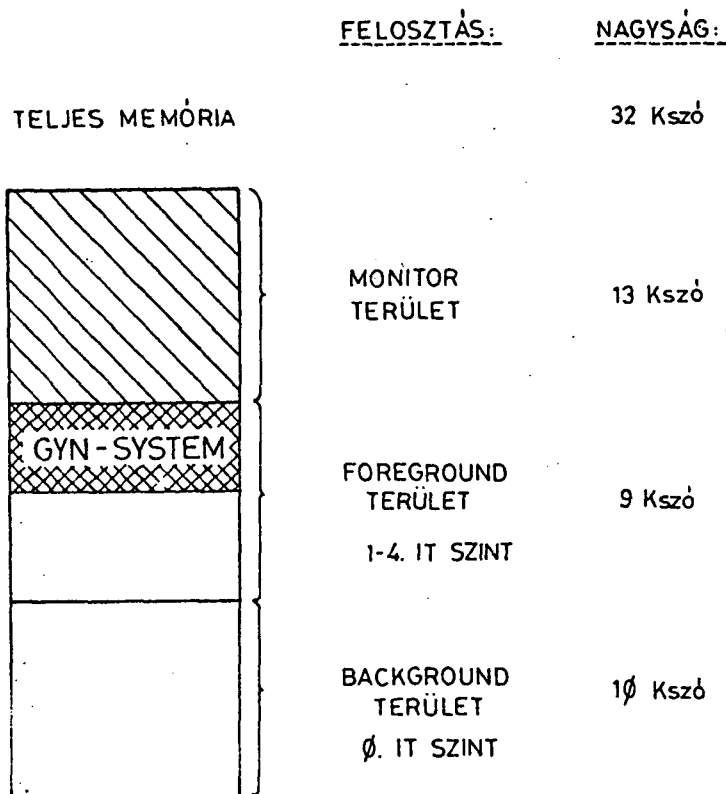
feldolgozó programoknak kell elvégezniök, futásukhoz az alaprendszer felügyelete nem szükséges, input adataikat a GIN-S megfelelő file-jaiból veszik.

A GIN-S alaprendszere a felhasználókat a következőkben korlátozza:

1. A display-n adott válaszok hossza nem lehet több 255 karakternél (bizonyos esetekben 127 lehet).
2. Egy display-kép 1280 karakternél többet nem tartalmazhat.
3. A display-k számának növelésénél figyelembe kell venni, hogy a memória helyfoglalása display-enként kb. 1 Kbyte.
4. A munkakörök száma a 32-t nem haladhatja meg.
5. Az osztályok száma maximum tizenhat lehet.
6. A kezelőorvosok száma egy betegnél négy, vagy annál kevesebb lehet.
7. Az utasítások felső határa 255.
8. A rendszerben nyilvántartható betegek számát jelenleg a munkaszám korlátozza, így az nem haladhatja meg a 999-et.
9. A kórterem száma 999, vagy annál kevesebb lehet.
10. A sorszámmal ellátott választási lehetőségek száma egy-egy vetített képen nem lehet több 31-nél.
11. A rendszerhez tartozó file-ok száma maximum 63 lehet.
12. A rendszer által nyilvántartott kezelők száma a 313-at nem haladhatja meg.
13. A VE-VU programok felső határa 255.

A GIN-S alaprendszere által működtetett, eddig elkészült és tesztelés alatt álló mintegy 18 utasítás alapján úgy látjuk, hogy az alaprendszer koncepciója kielégítő, és a kidolgozott programok megfelelően látják el feladataikat. Ezt a tényt a feldolgozó programok jósága alátámasztja. Az input adataikkal szemben támasztott követelményeket a rendszer kielégíti.

A MEMÓRIA FELOSZTÁSA



A GIN-SYSTEM HELYFOGLALÁSA (4 DB DISPLAY): 6,5 Kszó.

4. ábra

A rendszer használatakor a memória felosztását a 4. ábra szemlélteti.

A GIN-S alaprendszer jelenleg 12,8 Kszó központi memória területet foglal el az operációs rendszerrel együtt. A rendszer foreground zónában 1-4 IT szint egyikén működtetve párhuzamosan fut a nullás szintre kötött, a számítóközpont egyéb feladatait megoldó background zónabeli programokkal.

Az előadás anyaga az Eü.Min. 4-13-0201-03/0/Gy. számú "Számítástechnikai módszerek, rendszerek, berendezések fejlesztése, adaptálása az orvostudományban és az egészségügyben" c. tárcaszintű kutatási főirányhoz minisztériumi szinten kiemelten elfogadott "Számítástechnikai és matematikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és az egészségügyben" c. témában végzett kutatómunka alapján készült.

SZOTE Központi Laboratórium Számítástechnikai Központ és SZOTE

I.sz. Belgyógyászati Klinika

Felhasználható képtípusok a GIN-S utasításainak felépítésénél

Benedek Szabolcs, Nagy Ferenc és Lehoczky András

Az egységes alapelvek alapján kezelhető - display-eken megvalósított - párbeszédes adatkommunikáció, (ahogy mi nevezzük: utasítás végrehajtás) megoldhatóságának egyik legfontosabb feltétele a különböző igényeket kielégítő képtípusok, ezzel együtt a válaszadási módok definiálása.

A GIN-S fejlesztésének jelenlegi szakaszában úgy érezzük, sikerült meghatározni a szükséges képtípusok halmazát. Munkánknál a következő legfontosabb szempontokat vettük figyelembe:

- display képekre a válaszadás módja legyen könnyen elsajátítható, logikus és manuálisan gyorsan végrehajtható,
- a kialakított képtípusok halmazából a teljes fekvőbeteg ellátást segítő számítógépes kórházi információrendszerben szükséges dialógusok felépíthetők legyenek,
- minél rövidebb ideig tartó válaszadási lehetőséget biztosítson,
- az egyes utasítások abszolút kép számának, vagyis a gyors elérésű háttértároló kapacitás lekötésének és az átlagosan végrehajtott képszámok megfelelő arányának kialakítását,
- a képtípusok lehetőleg minél nagyobb számú automatikus (alaprendszer magjában elhelyezkedő) ellenőrzést tartalmaznak,
- a tovább-haladási irányok meghatározásához lehetőleg ne legyen szükség a korábbi válaszok újbóli feldolgozására.

A felsorolt szempontok szerint a kialakított display-képtípusokat a következő három csoportba sorolhatjuk:

1. Csoport:

1-től kezdődően sorszámmal ellátott választási lehetőségeket tartalmaznak. A válaszadás a lehetőségek sorszámainak, vagy sorszámainak megadását jelenti.

2. Csoport:

Pontokkal vagy felkiáltójelekkel kijelölt pozíciókat, ill. ezek megnevezését tartalmazza. A válaszadás az egyes tételek megfelelő karaktersorozattal (szabad szöveg, szám) való kitöltését jelenti.

3. Csoport:

Az előző csoportokba tartozó képtípusok ugyanazon a képen elhelyezve.

1. Csoport képtípusai

Az 1. ábra a szintaktikus leírásnál használt jelöléseket tartalmazza. A 2.-13. ábrák a csoporthoz tartozó lehetséges válaszadási módok szintaktikus leírását tartalmazzák.

2. Csoport képtípusai

A csoportba tartozó képeket táblázat kitöltésnek nevezzük. Jelölésük: TAB.

A pontok helyére legalább egy, de legfeljebb a pontok számával megegyező hosszúságú karaktersorozat írható. Ha a beírt karakterek száma kevesebb, mint a pontokkal kijelölt pozíciók száma, akkor a karaktersorozatot az ALTMODE gomb lenyomásával kell lezárni.

A felkiáltójelek helyére pontosan ugyanannyi számú karaktert kell írni.

3. Csoport képtípusai

A kép első fele megegyezik egy TAB tipushoz tartozó formával, a második fele pedig egy 1-1 típusú képnek felel meg. Jelölésük: TAB 1-1.

A TAB típusú képekkel az 1. csoporthoz tartozó egyéb képtípusok nem kombinálhatók. A válaszadás módja a kép első felére ugyanugy történik, mint a 2. csoportnál, míg a második felére adható válasz az 1-1 típusú képre adható válasszal egyezik meg.

JELÖLÉSEK:

- N : A VÁLASZTÁSI LEHETŐSÉGEK MAXIMÁLIS SZÁMA
- ETX : A VÁLASZADÁS VÉGE
- MEGJ : @ JELET KÖVETŐ TETSZŐLEGES KARAKTERSOROZAT A VÁLASZBAN
- SZAAM : MAXIMUM 7 ÉRTÉKES JEGYBŐL ÁLLÓ EGÉSZ, VAGY TIZEDES TÖRT
- K : EGÉSZ SZÁM $2 \leq K < N$
- { } : A ZÁRÓJELBEN FELSOROLTAK KÖZÜL EGYET, ÉS CSAKIS EGYET KELL VÁLASZTANI
- []^L : A ZÁRÓJELBEN FELSOROLTAK MAXIMUM L-SZER VÁLASZTHATÓK, DE EL IS MARADHATNAK
- [] : A ZÁRÓJELBEN FELSOROLTAK VÁLASZTÁSA KÖTELEZŐ, HA A VÁLASZTÁSI LEHETŐSÉG KETTŐSPONTTAL JELÖLT, ELLENKEZŐ ESETBEN A FELSOROLTAK KÖZÜL VÁLASZTANI TILOS

1. ábra

JELE: 1-1

$\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ N \end{bmatrix}$ ETX

JELE: 1-1@

$\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ N \end{bmatrix}$ @ MEGJ ETX

JELE: 1-1:

$\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ N \end{bmatrix}$: SZAAM ETX

2. ábra

JELE: 0-1

$$\left[\begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ N \end{array} \right] \text{ ETX}$$

JELE: 0-1@

$$\left[\begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ N @ \text{ MEGJ} \end{array} \right] \text{ ETX}$$

JELE: 0-1:

$$\left[\begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ N \end{array} \right] \left[: \text{ SZAAM} \right] \text{ ETX}$$

JELE: 0-0

ETX

3. ábra

JELE: 1 - N

$$\left[\begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ N \end{array} \right] \left[\begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ N \end{array} \right]^{N-1} \text{ ETX}$$

JELE: 1-N@

$$\left[\begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ N-1 \end{array} \right] \left[\begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ N-1 \end{array} \right]^{N-2} \left[N @ \text{ MEGJ} \right] \text{ ETX}$$

N@ MEGJ

JELE: 1-N:

$$\left[\begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ N \end{array} \right] \left[: \text{ SZAAM} \right] \left[\begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ N \end{array} \right] \left[: \text{ SZAAM} \right]^{N-1} \text{ ETX}$$

4. ábra

JELE: 0-N

$$\left[\begin{array}{c} \left\{ \begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ N \end{array} \right\} , \left\{ \begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ N \end{array} \right\} \end{array} \right]^{N-1} \text{ETX}$$

JELE: 0-N@

$$\left[\begin{array}{c} \left\{ \begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ N-1 \end{array} \right\} , \left\{ \begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ N-1 \end{array} \right\} \\ N @ \text{MEGJ} \end{array} \right]^{N-2} \left[N @ \text{MEGJ} \right] \text{ETX}$$

JELE: 0-N:

$$\left[\begin{array}{c} \left\{ \begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ N \end{array} \right\} \left[: \text{SZAAM} \right] , \left\{ \begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ N \end{array} \right\} \left[: \text{SZAAM} \right] \end{array} \right]^{N-1} \text{ETX}$$

5. ábra

JELE: CS 1-1

$$\left[\begin{array}{c} \left\{ \begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{c} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{array} \right\} , \left\{ \begin{array}{c} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{array} \right\} \end{array} \right]^{N-K} \text{ETX}$$

JELE: CS 1-1:

$$\left[\begin{array}{c} \left\{ \begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{array} \right\} \left[: \text{SZAAM} \right] - \left\{ \begin{array}{c} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{array} \right\} \left[: \text{SZAAM} \right] \left[- \left\{ \begin{array}{c} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{array} \right\} \left[: \text{SZAAM} \right] \right] \end{array} \right]^{N-K} \text{ETX}$$

6. ábra

JELE: CS * 1 - 1

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{bmatrix} \text{ETX}$$

JELE: CS * 1 - 1:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} : \text{SZAAM} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} : \text{SZAAM} \end{bmatrix} \text{ETX}$$

7. ábra

JELE: CS 0 - 1

$$\left[\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{bmatrix} \left[- \begin{bmatrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{bmatrix} \right]^{N-K} \right] \text{ETX}$$

JELE: CS 0 - 1:

$$\left[\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} : \text{SZAAM} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} : \text{SZAAM} \end{bmatrix} \left[- \begin{bmatrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} : \text{SZAAM} \end{bmatrix} \right]^{N-K} \right] \text{ETX}$$

8. ábra

JELE: CS * 0-1

$$\left[\begin{Bmatrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{Bmatrix} - \begin{Bmatrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{Bmatrix} \right] \text{ETX}$$

JELE: CS*0-1:

$$\left[\begin{Bmatrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{Bmatrix} \begin{bmatrix} : \text{SZAAM} \end{bmatrix} - \begin{Bmatrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{Bmatrix} \begin{bmatrix} : \text{SZAAM} \end{bmatrix} \right] \text{ETX}$$

9. 6bra

JELE: CS 1-N

$$\left[\begin{Bmatrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{Bmatrix} - \begin{Bmatrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{Bmatrix} \right]^{N-K} \left[\begin{Bmatrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{Bmatrix} - \begin{Bmatrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{Bmatrix} \right]^{N-K} \left[\begin{Bmatrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{Bmatrix} - \begin{Bmatrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{Bmatrix} \right]^{K-2} \text{ETX}$$

JELE: CS 1-N:

$$\left[\begin{Bmatrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{Bmatrix} \begin{bmatrix} : \text{SZAAM} \end{bmatrix} - \begin{Bmatrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{Bmatrix} \begin{bmatrix} : \text{SZAAM} \end{bmatrix} \right]^{N-K} \left[\begin{Bmatrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{Bmatrix} \begin{bmatrix} : \text{SZAAM} \end{bmatrix} - \begin{Bmatrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{Bmatrix} \begin{bmatrix} : \text{SZAAM} \end{bmatrix} \right]^{K-2}$$

$$\left[\begin{Bmatrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{Bmatrix} \begin{bmatrix} : \text{SZAAM} \end{bmatrix} - \begin{Bmatrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{Bmatrix} \begin{bmatrix} : \text{SZAAM} \end{bmatrix} \right]^{N-K} \text{ETX}$$

10. 6bra

JELE: CS*1-N

$$\left[\begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{matrix} \right] - \begin{matrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{matrix} \left[\begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{matrix} \right] - \begin{matrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{matrix} \right]^{K-2} \quad \text{ETX}$$

JELE: CS*1-N:

$$\left[\begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{matrix} \right] \left[\begin{matrix} : \\ \text{SZAAM} \end{matrix} \right] - \begin{matrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{matrix} \left[\begin{matrix} : \\ \text{SZAAM} \end{matrix} \right] \left[\begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{matrix} \right] \left[\begin{matrix} : \\ \text{SZAAM} \end{matrix} \right] - \begin{matrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{matrix} \left[\begin{matrix} : \\ \text{SZAAM} \end{matrix} \right] \right]^{K-2} \quad \text{ETX}$$

11. ábra

JELE: CS 0-N

$$\left[\left[\begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{matrix} \right] - \begin{matrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{matrix} \right] \left[\begin{matrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{matrix} \right] \left[\begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{matrix} \right] - \begin{matrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{matrix} \right]^{N-K} \left[\begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{matrix} \right] - \begin{matrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{matrix} \left[\begin{matrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{matrix} \right] \right]^{N-K} \right]^{K-2} \quad \text{ETX}$$

JELE: CS 0-N:

$$\left[\left[\begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{matrix} \right] \left[\begin{matrix} : \\ \text{SZAAM} \end{matrix} \right] - \begin{matrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{matrix} \left[\begin{matrix} : \\ \text{SZAAM} \end{matrix} \right] \right] \left[\begin{matrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{matrix} \right] \left[\begin{matrix} : \\ \text{SZAAM} \end{matrix} \right] \left[\begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{matrix} \right] \left[\begin{matrix} : \\ \text{SZAAM} \end{matrix} \right] \right]^{N-K} \left[\begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{matrix} \right] \left[\begin{matrix} : \\ \text{SZAAM} \end{matrix} \right] - \begin{matrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{matrix} \left[\begin{matrix} : \\ \text{SZAAM} \end{matrix} \right] \right]^{N-K} \right]^{K-2} \quad \text{ETX}$$

12. ábra

JELE: CS*0-N

$$\left[\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{bmatrix} \right]^{K-2} \text{ETX}$$

JELE: CS*0-N:

$$\left[\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{bmatrix} : \text{SZAAM} - \begin{bmatrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{bmatrix} : \text{SZAAM}, \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ K-1 \end{bmatrix} : \text{SZAAM} - \begin{bmatrix} K \\ K+1 \\ \vdots \\ N \end{bmatrix} : \text{SZAAM} \right]^{K-2} \text{ETX}$$

13. ábra

Az ismertetett képtípusokból a GIN-S fejlesztése során idáig 20 utasítást állítottunk össze, amelyekhez több száz különböző képet használtunk fel.

Bár rendszerünket még a napi rutin munkába nem állítottuk be, de a tesztelések során nyert tapasztalataink kedvezőek.

Jelenleg úgy látjuk, hogy a felsorolt képtípusok további bővítésére nincs szükség, és rendszerünk fejlesztésének ezt a fontos fejezetét elkészültnek tekinthetjük.

Az előadás anyaga az EU.Min. 4-13-0201-03/0/Gy. számú "Számítástechnikai módszerek, rendszerek, berendezések fejlesztése adaptálása az orvostudományban és az egészségügyben" c. tárcaszintű kutatási főirányhoz minisztériumi szinten kiemelten elfogadott "Számítástechnikai és matematikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és az egészségügyben" c. témában végzett kutatómunka alapján készült.

Szegedi Orvostudományi Egyetem Központi Laboratórium Számítástechnikai Központ és Szegedi Orvostudományi Egyetem I. sz.
Belgyógyászati Klinika

Szöveges leletek előállítása a GIN-S-ben

Lehoczky András, Benedek Szabolcs és Nagy Ferenc

A GIN-S output listái közül egyik legjelentősebb csoportot a szöveges leletek alkotják. A szöveges leletek általános jellemzői a következők:

1. Minden lelet egy adott véges mozaik-készletből összeállítható, esetleg szabad szöveges megjegyzésekkel kiegészítve. (Mozaiknak nevezünk egy tetszőleges, értelmes, összefüggő szövegrészt).
2. A lelet véleményezése nem automatikus.
3. Előállításához számolási algoritmus nem szükséges.

A betegadat-nyilvántartó rendszerek létrehozásánál fontos feladat a szöveges adatok számítógépbe juttatása, egyértelmű, és visszakereshető formában történő tárolása. A probléma jelentőségét mutatja, hogy hazánkban már eddig is többen foglalkoztak szöveges leletek számítógép segítségével történő előállításával, és az ahhoz szükséges adatfelvétel (kódolás) megoldásával. Ezekről az előző Neumann kollókviumokon több előadást hallhattunk.

A szöveges leletek alkalmazása a kiépítés alatt álló GIN-S-ben a rendszerterv szerint a következő főbb területeken jelentkezik:

- korábbi bentfekvések szöveges adatai,
- hozott leletek fontosabb szöveges adatai,
- anamnesis,
- status,
- javított anamnesis,
- javított status,
- a beteg állapotváltozásai,

- status változásai,
- scintigraphiás leletek,
- konziliumi leletek,
- EKG leletek,
- gastroenterológiai endoscopos vizsgálatok leletei,
- röntgen leletek.

A leletek tartalmának számítógéppel display-ken történő közlése lényegében megegyezik a GIN-S egyéb területein alkalmazott adatfelvételi móddal.

A tartalmi különbségektől eltekintve a szöveges leletek adatainak felvételére készített utasítások (forgatókönyvek) abban különböznek a GIN-S egyéb helyein alkalmazott utasításoktól, hogy elég bonyolult strukturával rendelkeznek, és általában igen nagy-számu képből állnak. Ezen kívül ezek az utasítások használják fel a GIN-S-ben definiált képtípusok közül a legtöbb fajtát. A viszonylagos bonyolultság és nagy terjedelem miatt ezeknek az utasításoknak a végrehajtása igényli a legnagyobb szakmai felkészültséget.

A GIN-S jelenleg már elkészült alaprendszere és a vetítés előtti és utáni programok, ill. különböző karbantartó és tesztprogramok lehetővé teszik, hogy egy tetszőleges - a definiált képtípusokból felépíthető - utasítást definiáljunk, majd a strukturát és a képeket a rendszer file-okban elhelyezzük. Az elkészült programok lehetővé teszik továbbá, hogy a fenti módon létrehozott utasításokat végrehajtva a beérkező válaszokat a KLIST és LIST file-okban további feldolgozásig megőrizzük. Az utasítások on-line végrehajtása során a KLIST és LIST file-ban keletkezik egy-egy rekord.

A KLIST file rekordjai fix hosszúságúak. A rekord tartalmazza a beteg munkaszámát, az adatközlő belső sorszámát, az adatközlés dátumát, a végrehajtott utasítás sorszámát. A negyedik és ötödik mező a LIST file egy rekordjának kezdetét adja meg. Mivel egy utasítás végrehajtása során a képekre adott válaszokat a display-khez külön-külön rendelt pufferterületen gyűjtjük, az utasítás végén az összes bejegyzés a KLIST rekordban megadott címtől kezdve a LIST file-ban folyamatosan helyezkedik el.

Rendszerünkben a válaszok rögzítésére három különböző típusu bejegyzést alkalmazunk. Az első típus tartalmazza a képsorszámot, a választási lehetőségek közül kiválasztott elemek számát és értéküket. A második típusu bejegyzés tartalmazza a képsorszámot, a választott elemek darabszámát, sorszámukat és ezen kívül a válaszban a kettőspont után beírt számértéket is, kódolt formában. A harmadik bejegyzéstípus a szabad szövegeket tárolja, valamint a TAB típusu képekre adott választ. A képsorszám és szöveghossz után a szöveg karakterlánc formában található benne.

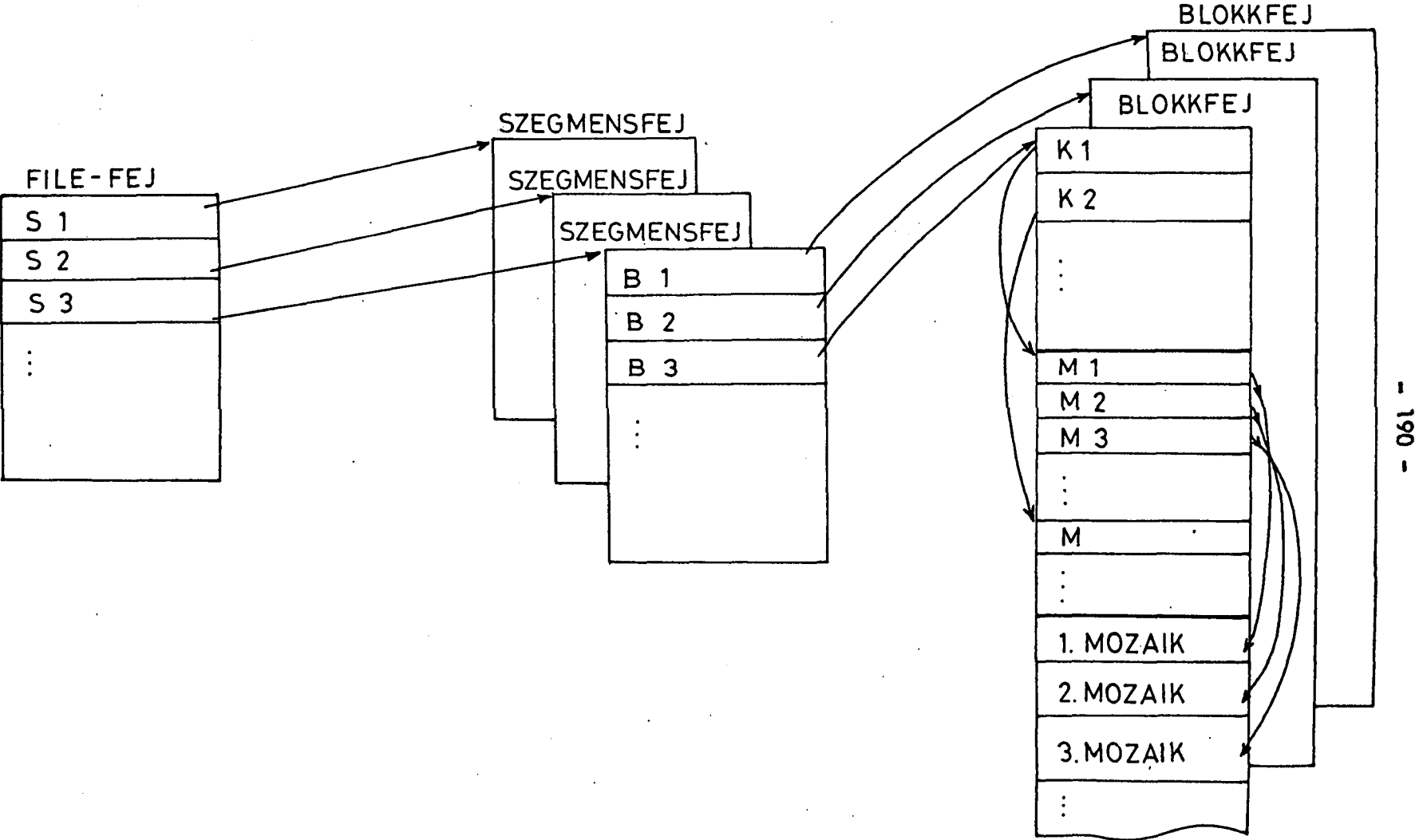
A GIN-S kiépítésében a display-ken keresztül történő input megoldását a képtípusok bevezetésével minden alrendszer összes utasítására vonatkozóan egységesen tudjuk kezelni. Ezzel ellentétben a feldolgozó programok egységesítése a különböző elvárások miatt jóval nehezebb feladat. A problémát úgy kíséreljük megoldani, hogy megpróbálunk feldolgozás típusokat definiálni, és ezekhez egy-egy feldolgozó programot írni. Ezen megfontolás alapján képez a szöveges leletek előállítása egy feldolgozási egységet.

A feldolgozási egységeken belül természetesen már fellelhetők olyan közös vonások, amelyeket általánosítani lehet. Ilyenek például a KLIST és LIST rekordok előkeresése, vagy az egymást követő bejegyzéseknek a feldolgozó program számára történő rendelkezésre bocsátása.

A szöveges leletek előállításakor lényeges szerepet játszik a MOZAIK file (1. ábra). A MOZAIK file diszken helyezkedik el, szegmensekre osztható. Minden lelet-tipushoz tartozik a file-ban egy szegmens. A file fejrésze tartalmazza az utasítás sorszámokat és hozzájuk tartozó szegmens kezdőcímét.

Minden szegmens szegmens-fejből és egy vagy több blokkból áll. A szegmens-fej tartalmazza a blokkok nevét, szegmens-relativ kezdetét és hosszát. A blokk neve tulajdonképpen annak a forgatókönyvképnek a sorszáma, amelyhez tartozó mozaikok a blokk elején találhatók.

MOZAIK FILE



1. ábra

Igy adott képsorszám ismeretében a szegmens-fejből meghatározható, hogy a képhez tartozó mozaikok melyik blokkban helyezkednek el.

A blokkfejben fel van sorolva minden kép kezdő mozaikjának sorszáma és a blokkban lévő összes mozaik kezdőcíme. A blokk további része a mozaik szövegeket tartalmazza.

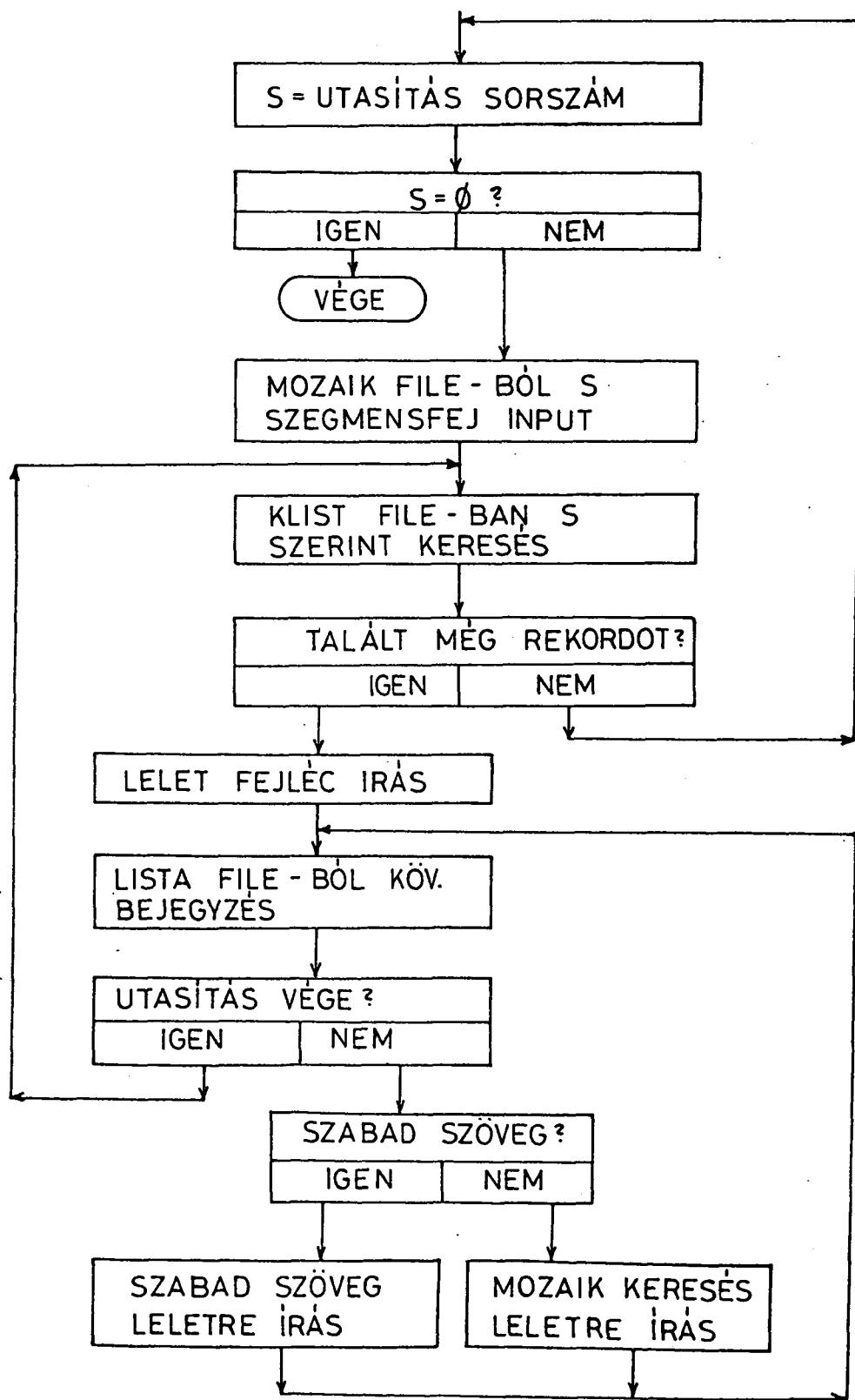
A MOZAIK file-ban a keresési algoritmus a következő:

1. Beolvassuk a file-ból az utasításhoz tartozó szegmens fejrészét.
2. A megadott képsorszám alapján megállapítjuk, hogy a képhez tartozó mozaikok melyik blokkban vannak.
3. Beolvassuk a blokkot, majd a blokkfejből kikeressük a kép kezdő mozaikjának a sorszámát.
4. Ezután a keresett mozaik sorszámát megkapjuk, ha a kép kezdő mozaik sorszámához hozzáadjuk a válasz sorszámot plusz egyet.
5. Ezután a blokkfejből meghatározzuk a keresett mozaik kezdetét és hosszát.

A szöveges leletíró program inputját alkotják a forgatókönyvre adott válaszokból keletkező bejegyzések, a beteg személyi adatait tartalmazó rekordok, valamint a MOZAIK file-ban tárolt szövegek. Futáskor meg kell adni azokat az utasításokat, amelyekről leletet akarunk készíteni. A program végignézi a KLIST file-t, és megkeresi azokat a rekordokat, amelyekben a megadott utasítások kódja szerepel, és még nem készült róla lelet. Ezeket a rekordokat a leletkészítés után logikailag törli a KLIST file-ból (2. ábra).

Minden lelet két részből áll: fejrészből és leletszövegből. A fejléc tartalmazza a vizsgálat nevét, a vizsgálat időpontját, és a vizsgáló orvos nevét. Ezenkívül tartalmazza a beteg legfontosabb személyi adatait, valamint a kórterem- és ágyszámot is. A MOZAIK file-ból a bejegyzések alapján történik a megfelelő mozaik szövegrészek kiválasztása és összeillesztése.

SZÖVEGES LELETEK ELŐÁLLÍTÁSA



Minden képhez tartozhat ún. kezdő- és zárószöveg is. A kezdőszöveget a kép első mozaikja előtt kiírjuk, a zárószöveg pedig a képre adott válaszok feldolgozása után kerül kiírásra. Ezek a szövegek szintén a MOZAIK file-ban vannak. A kezdő- és zárószöveget felhasználhatjuk például nyomtatási formátum vezérlésre, vagy írásjelek kitételére.

A program futása akkor fejeződik be, ha a kijelölt utasításokhoz már valamennyi lelet elkészült. A program a leleteket két példányban állítja elő, az output történhet sornyomtatóra, vagy mágnesszalagra is.

Az így előállított szöveges leletek formai szempontból egységesek, könnyen áttekinthetők, jól olvashatók. A leletek nyelvi formája teljes egészében a MOZAIK file aktuális tartalmától függ. A kezdő- és zárószövegek és a válaszokhoz tartozó mozaikok megfelelő megválasztásával a felhasználó igényeinek megfelelő leletforma alakítható ki. Tartalmilag - a válaszadás jellege miatt - a lelet leírása meghatározott sorrendet tart, fogalmai állandók, ugyanakkor a szabad szöveges beírások a lelet flexibilitását is biztosítják.

Jelenleg a status és a rectoscopos vizsgálat leleteihez szükséges mozaikok összeállítását és a legmegfelelőbb leletformátum kialakítását végezzük.

Az előadás szövege az Eü.Min. 4-13-0201-03/0/Gy. számú "Számítástechnikai módszerek, rendszerek, berendezések fejlesztése adaptálása az orvostudományban és az egészségügyben" c. tárca-szintű kutatási főirányhoz minisztériumi szinten kiemelten elfogadott "Számítástechnikai és matematikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és az egészségügyben" c. témában végzett kutatómunka alapján készült.

SZOTE I.sz. Belgyógyászati Klinika és SZOTE Központi Laboratórium Számítástechnikai Központ

A GIN-S betegfelvételi és elbocsátási alrendszerének
megoldásáról

Nagy Ferenc és Benedek Szabolcs

A kiépítés alatt álló GIN-S osztályos nyilvántartási rendszer felvételi-elbocsátási alrendszerét klinikánk jelenlegi rendje és a Szekszárdon tárgyalt általános elvek alapján kívánjuk megvalósítani. Klinikánk több osztályból áll, melyek később csatlakozhatnak rendszerünkhöz, így ezt az alrendszert több osztály kiszolgálására terveztük.

A betegfelvétel jelenlegi rendje a következő:

A felvételi iroda munkaidejében, 8-17 óráig érkezett B_1 beteget 13 óra 30 percig az ambulans orvos, 17 óráig az ügyeletes orvos veszi fel. A felvételi iroda munkaidején kívül érkezett betegeket az ügyeletes orvos felvehette a tegnapi (B_2 beteg) vagy a mai napon (B_3 beteg).

Felvételkor kórlapon rögzítik a beteg személyi adatait. Ezek okiratból vagy bemondásból tudhatók meg. A kórlap, a felvétel orvosi adatait tartalmazó egyik felvételi jegy az osztályra kerül. Az okirat és a másik felvételi jegy a felvételi iroda munkaidejében aznap, egyébként másnap jut el a felvételi irodára, ahol bejegyzik a törzskönyvi adatokat, majd fejlapokat készítenek az osztály, ill. a tegnapi napon felvett betegekről a betegnyilvántartó számára.

Az osztályra került beteget elhelyezik. A nővérek a 0 órától 24 óráig történt felvételeket a következő napon visszaigazolják a felvételi irodának a létszámjelentők felvételi rovatában történt feljegyzésekkel.

Számítógépes nyilvántartási rendszerünkben a tárgyalt felvétel

és a később tárgyalásra kerülő elbocsátás adatait 4 adatcsoportban kívánjuk rögzíteni.

- Az első a beteg szóban kikérdezhető adatait,
- a második az okirat (személyi igazolvány vagy utlevél) adatait tartalmazza.
- A harmadik adatcsoportban a fontosabb statisztikai adatok,
- a negyedikben a felvétel és az elbocsátás orvosi adatai kaphatnak helyet.

Az egyes adatcsoportok aktuális állapotát külön megjegyezzük.

Az egyes adatcsoportok adatait display-n kialakított utasítások segítségével, dialógusokban közölhetik a felhasználók. A nyilvántartásbavétel a következő utasítások segítségével történhet (1. ábra).

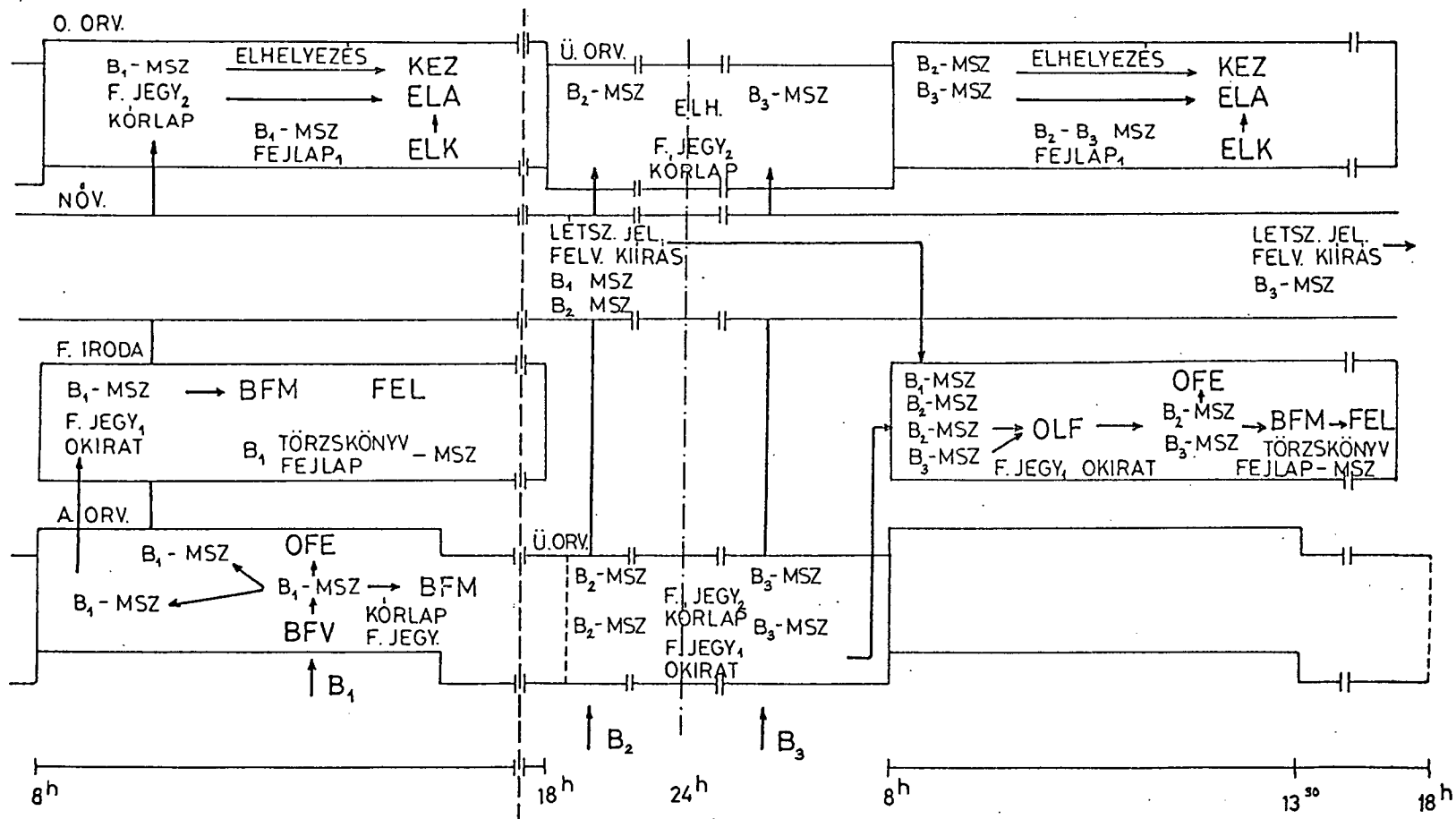
A betegfelvétel (BFV) utasítást az ambulans és az ügyeletes orvos hívhatja. Feladata az okiratból és a bemondásból származó személyi adatok gyűjtése. Az előző bentfekvés adatainak felvétele után 4 különböző ágon, a saját személyi igazolvánnyal rendelkező, vagy azt éppen otthonyagó felnőt és a gyermek magyar állampolgár, vagy a külföldi állampolgár személyi adatai vehetők fel.

A korábban B₁-el jelölt magyar állampolgárnak van személyi igazolványa és szóbeli személyi adatai is kikérdezhetők, így az összes személyi adata felvehető. Előfordulhat, hogy okirat nem áll rendelkezésre és a beteg eszméletlen, ekkor a fontosabb azonosító adatokat szabad szöveggel lehet beírni.

A BFV utasítás végén a számítógép a beteghez munkaszámot rendel. A munkaszám a beteget távozásáig egyértelműen azonosítja. A beérkezett adatcsoportokról bejegyzés történik.

Az orvosi adatok felvételkor és elbocsátáskor (OFE) az utasítást orvosok hívhatják. Parametere a betegfelvétel (BFV) utasításban kiadott munkaszám. Az utasításnak három ága van. Az első ág feladata a felvétel orvosi adatainak gyűjtése. Az utasítás első hívásakor csak az első ág hajtható végre.

NYILVÁNTARTÁSBÁVÉTEL



1. ábra

A betegfelvétel munkaszámmal (BFM) utasítás munkaszámmal hívható. Hívója a felvételi iroda adminisztrátora, az ambuláns és az ügyeletes orvos lehet. Feladata a betegfelvétel (BFV) utasításban kimaradt személyi adatok gyűjtése. Végrehajtásakor a beteg jelenlétére szükség lehet.

Ha a betegnek nem hiányzik személyi adata, a hívást követően a "személyi adat nem hiányzik" felirat jelenik meg a display-n. Hiányzó személyi adatcsoport esetén a BFV utasítás szerint történt bejegyzések alapján a számítógép automatikusan kéri a hiányzó adatok közlését.

A felvétel (FEL) utasítás parametere a munkaszám. Hívója a felvételi iroda. Feladata a beteg személyi adatainak ellenőrzése és javítása, ezt követi a statisztikai adatcsoport adatainak felvétele. Végrehajtásakor a beteg jelenlétére szükség lehet.

A következő három utasítás a beteg elhelyezését biztosítja.

Az elhelyezés ágyra (ELA) utasítás parametere a munkaszám, orvosok hívhatják. Feladata a kórterem és ágyszám nyilvántartásba vétele. Az utasítást végrehajtó orvost a továbbiakban a beteg kezelő orvosának tekintjük.

Az elhelyezés kereséssel (ELK) utasításnak nincs parametere, orvosok hívhatják. Első része a munkaszám kikeresésére szolgál. Továbbiakban az ELA utasítással azonos szerepet játszik.

A kezelőorvos (KEZ) utasítás parametere a beteg munkaszáma vagy kórterem ágyszáma lehet. Orvosok hívhatják. Ez az utasítás biztosítja a parameterben jelzett beteg újabb kezelőorvosainak nyilvántartásba vételét.

A munkaszámot adó BFV utasítás segítségével a számítógép üzemidejében végezhetjük el a betegek nyilvántartásba vételét. Az üzemidőn kívül érkezett betegek nyilvántartásba vételének előkészítésére, egy három részre osztott formanyomtatványt kell előállítanunk. Ez a fontosabb személyi és orvosi felvételi adatok bejegyzésére szolgál, munkaszáma előre rögzített. A formanyomtatvány segítségével az osztály és a felvételi iroda értesíthető a felvételről. Harmadik része a vizsgálatok elindításához szükséges.

Az ilyen típusu formanyomtatvánnyal felvett betegek még nem szerepelnek a gépi nyilvántartásban, ezért ezeket másnap az üzemidő kezdetén kell nyilvántartásba vennünk, az osztályos létszámjelentőről és a felvételi jegyről, az OLF utasítás segítségével. Az utasításnak parametere nincs, a felvételi iroda hívhatja. Segítségével megtörténhet az üzemidőn kívül felvett B_2 és B_3 betegek nyilvántartásba vétele.

A bevezetett utasítások segítségével a nyilvántartásba vétel a következő:

A számítógép üzemidejében érkezett B_1 betegnek felveszik a személyi adatait (BFV), majd a kapott munkaszámot (a sornymutatás lehetőségéig) feltűntetik a hagyományos dokumentumokon. A munkaszám segítségével elkészülhet az orvosi felvételi adatok gépbe juttatása (OFE), továbbá elvégezhető a személyi adatok kiegészítése (BFM). A felvett adatok alapján a felvételi jegyek és a kórlap később kinyomtatható.

A felvételi irodán (amennyiben erre szükség van) egy későbbi időpontban is sor kerülhet a személyi adatok utólagos felvételére (BFM). A személyi adatok és az orvosi felvételi adatok megérkezését követően tetszőleges napon elvégezhető a beérkezett fontosabb input adatok ellenőrzése és javítása, majd a statisztikai adatok felvétele (FEL). Az utasítások végrehajtásakor a törzskönyv felvételi rovat és a fejlapp adatok kerültek nyilvántartásba, így később ezek is nyomtathatóak.

Az osztályra érkező betegek kórterem és ágyszámát a munkaszám ismeretében a kezelőorvos közli (ELK), (ELA), újabb kezelőorvosok a KEZ utasítás végrehajtása után férhetnek hozzá a megkezdett gépi kórlap adataihoz.

Az üzemidőn kívül érkezett B_2 és B_3 betegek nyilvántartásba vétele a létszámjelentő és az ügyeletben kiadott munkaszámot tartalmazó felvételi jegyek alapján az üzemidő kezdetén végrehajtott OLF utasítással kezdődhet, és a már korábban ismertetett módon folytatódhat tovább (OFE, BFM, FEL).

Az elbocsátást a felvételi iroda munkaidejében az osztályos orvos kezdeményezi. A távozó beteg fejlappján feltűnteti az elbocsátás orvosi adatait, melyet a felvételi irodára ad le. Ezeket az adatokat a törzskönyvben nyilvántartják, a beteg fejlappja másnap a betegnyilvántartóba kerül.

A felvételi iroda munkaidején túl az elbocsátás dokumentálása az ügyeletes orvos feladata, aki a beteget elbocsáthatta a tegnapi vagy a mai napon. A dokumentációt a kórlap dekurzus része tartalmazza, melynek alapján az osztály végzi el másnap a beteg kijelentését.

A nővérek a 0 órától 24 óráig történt elbocsátásokat a másnap leadásra kerülő létszámjelentő kiírás rovatába történt bejegyzéssel igazolják a felvételi iroda számára.

A számítógépes nyilvántartásból történő kijelentés adatainak felvételére a következő utasítások állnak rendelkezésre (2. ábra).

Az orvosi adatok felvételkor elbocsátáskor (OFE) utasítás. Ez munkaszámmal vagy kórterem ágyszámmal a kezelőorvos számára hívható. Az utasítás második ága szolgálja az elbocsátás adatainak közlését. Esetünkben B_1 beteg otthonába távozik. A sectios diagnózisok közlése csak az elbocsátási adatok és az exitus tényének közlése után lehetséges.

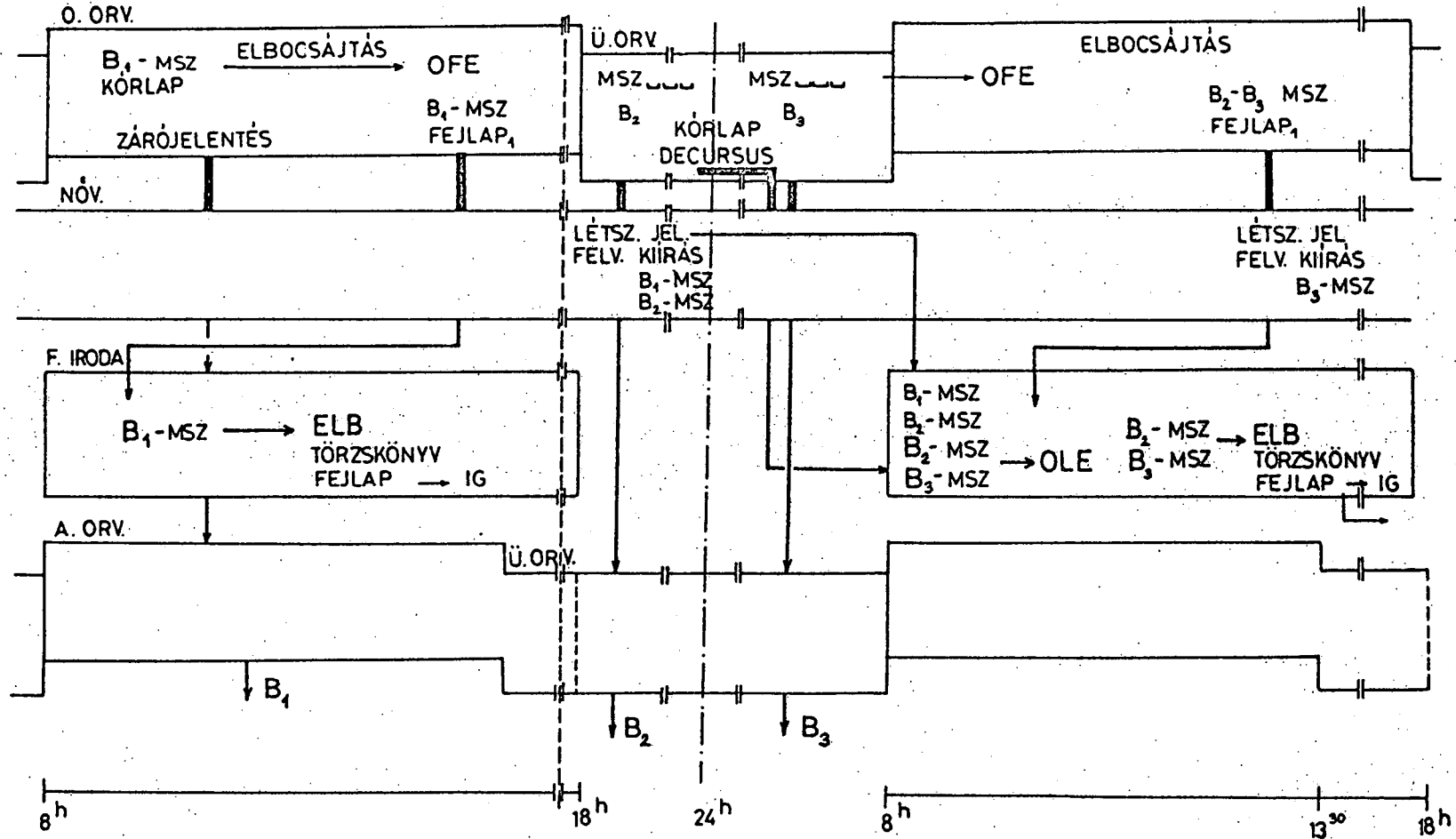
Az elbocsátás (ELB) utasítást a felvételi iroda adminisztrátorra hívhatja, ha a beteg elbocsátási adatait az orvos már közölte. Feladata a törzskönyv elbocsátási adatainak rögzítése.

Ezen utasítások segítségével az üzemidőben távozott betegek jelenthetők ki a gépi nyilvántartásból. Az üzemidőn kívül távozott betegek kijelentésének előkészítésére egy ügyeleti kijelentőt kell kitölteni az ügyeletes orvosnak. Ez a személyi adatokat és a távozás orvosi adatait, valamint a beteg munkaszámát tartalmazza. Az osztály és a felvételi iroda értesítésére szolgál. Az ügyeletben távozott betegek kijelentésére másnap, az üzemidő kezdetén van mód, az OFE utasítás segítségével. A kijelentett betegekről az osztályos létszámjelentő kiírás rovatutasításában (OLE) lehet meggyőződni.

A gépi nyilvántartásból tehát a következő módokon történhet a kijelentés.

A számítógép üzemidejében távozott B_1 beteg kiírasi, orvosi adatainak közlését követően (OFE) elvégezhető a törzskönyv adatainak közlése (ELB). Az üzemidőn kívül távozott B_2 és B_3 betegek kijelentése az üzemidő kezdetén történhet meg a korábban ismertetett módon.

NYILVÁNTARTÁSBÓL KIJELENTÉS



2. ábra

Összefoglalás

A GIN-S betegfelvételi és elbocsátási rendszerének megoldásával foglalkoztunk. Rendszerünk azon input adatok felvételét biztosítja, melyek a betegforgalom, a statisztikák és a rendszerfejlesztés szempontjából szükségesnek látszottak. Az üzemidőn kívüli betegfelvételi és elbocsátási rend bevezetése a rendszer rugalmasságát biztosíthatja. Bár az egyes utasítások a felhasználók köre és feladata szerint jól rendezett, rendszerünk összességében bonyolultnak tűnik. Bonyolultsága a különböző munkahelyeken végzett különböző dokumentációkból, a választott on-line adatbeviteli módból, az egészségügyi betegellátás non-stop üzemmódjából fakad.

Az előadás anyaga az Egészségügyi Minisztérium 4-13-0201-03/0/Gy. számú "Számítástechnikai módszerek, berendezések fejlesztése, adaptálása az orvostudományban és az egészségügyben" c. tárcaszintű kutatási főirányhoz minisztériumi szinten kiemelten elfogadott "Számítástechnikai és matematikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és az egészségügyben" c. témában végzett kutatómunka alapján készült.

Tolna megyei Tanács Megyei Kórház-Rendelőintézete

Szekszárd

Ápolási-gyógyítási folyamat számítógépes nyomonkövetésének
kérdései

Leposa Dezső, Jávor András és Sülyi József

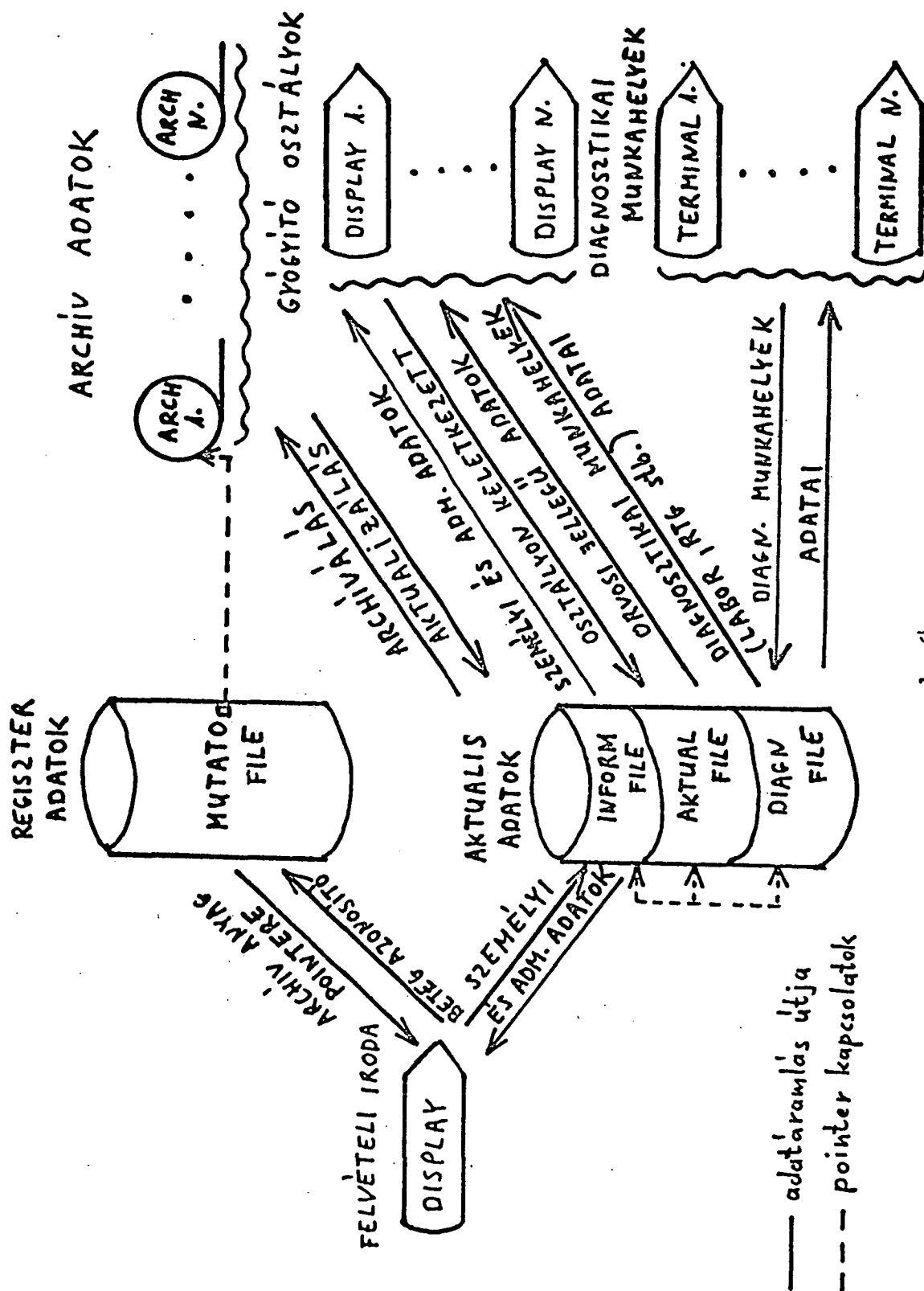
Az 1975. (6) és az 1976. (7) évi kollokviumon beszámoltunk a betegfelvételi-ápolási-gyógyítási-archiválási komplex feladat megoldásában elért eredményeinkről, lehetőségeinkről. Foglalkoztunk az adatbázis-koncepció szükségességével, mint a betegről sok helyen, sok formában keletkező adatok redundancia-mentes tárolásának lehetőségével.

Eddigi előadásaink elképzeléseit alapul véve kívánjuk idei előadásainkat felépíteni, így szükséges, hogy összefoglaljuk és kiegészítsük alapkoncepciónkat.

Az 1. ábrán látható, hogy az érvényes beutalóval rendelkező beteg személyi és adminisztratív adatai a felvételi irodán elhelyezett display segítségével mágneslemezre kerülnek. Közben a regiszter adatokhoz való fordulással eldöntődik, hogy volt-e már ápolat, és ha igen, akkor hozzáférhetővé válik archiv anyagának pointere. Részletesebben lásd (6,7).

Amint a beteg felvételt nyert, archiv anyagának pointere segítségével aktualizálódnak eddigi ápolásának adatai. Az ápoló osztályra került beteg ott keletkező orvosi jellegű adatai (ANAMNÉZIS, STÁTUS....DIAGNOSZISOK) az ott lévő displayn keresztül, a diagnosztikai munkahelyek (KÖZPONTI LABORATORIUM, RÖNTGEN stb.) adatai az ott elhelyezett terminálokról kerülnek majd mágneslemezre. Le kérdezni - természetesen az előző évi előadásunkban részletezett védelmi előírások mellett - a gyógyító osztályról az ott ápolás alatt álló beteg minden adatát, a felvételi irodán személyi és adminisztratív adatait (portai információ), a diagnosztikai munkahelyen az ott keletkezett adatokat lehet.

Mielőtt az ápolási folyamat nyomonkövetését végző részrendszer



előkészítéséhez, szervezéséhez hozzákezdünk, egy sor megoldandó kérdéssel találkoztunk. Ezek közül néhányat kiemelek:

1. Milyen mélységű rögzítést és visszakeresést végezzünk?
Ez erősen összefügg azzal a kérdéssel, hogy milyen mélységig kódoljunk, ill. standardizáljunk?
2. Milyen mennyiségű adatot célszerű rögzíteni egy ápolási folyamat során? Nyilvánvaló, hogy ez betegségenként, illetve betegenként változó. Ennek a kérdésnek van egy programtervezői, programozási vetülete: mekkora területet foglaljunk le a mágneslemezen, milyen szempontok szerint telepítsük és keressük vissza az adatokat?
3. Hogyan hat psychésen a betegekre és az orvosra a kórteremben elhelyezett terminál és kezelése. Technikai szempontból okoz-e nehézséget az orvosnak a terminál kezelése?

Ezen kérdések előre való, prekonceptiózus rögzítése helyett döntöttünk úgy, hogy mindezt a gyakorlatban kell kipróbálni. Ezt a célt azonban csak az ápolási-gyógyítási részrendszer lépésenkénti, fokozatos megvalósításával érhetjük el (2. ábra).

1. fokozat: Az ápolási-gyógyítási folyamat off-line nyomonkövetése a VTS 56100-as intelligens terminál segítségével.
2. fokozat: Az on-line (CLA, VTS 56100) kapcsolat megteremtése.
3. fokozat: Az al- és alacsonyabb fokú rendszerek (ápolási-gyógyítási, laboratóriumi, gyógyszergazdálkodási stb.) integrálása.

2. ábra

Az 1. fokozat megvalósításának eszköze: a gyógyító osztályon elhelyezett VTS 56100-as intelligens terminál, amelyről mint az orvos-gép kapcsolat eszközéről annyit feltétlenül el kell mondanunk, hogy alapvető egysége egy display, amelyhez mágneskazettás adattároló és sornyomtató csatlakoztatható. Intelligenciájának felhasználásával off-line üzemmódu adatelőkészítés valósítható meg, képernyő-kazetta, kazetta-képernyő, illetve képernyő-nyomtató transzferek segítségével.

Az 1. fokozat megvalósításának célja: az előbbieken feltett kérdésekre adandó válaszok megtalálása. Ehhez szükség van egy, az adatok rögzítésénél figyelembe veendő kiinduló struktúrára és kódrendszerre, és szükség van olyan feldolgozó programokra, amelyekkel az igények (rögzítés, visszakeresés formái, mélysége) változásai rugalmasan nyomonkövethetők.

Az 1. fokozat modell-kísérleti jelleggel kórházunk IV.sz.Belgyógyászati Osztályának 8 ágyán ez év februárja óta funkcionál. Ez a kísérlet olyan kézzelfogható eredményekre is vezetett, mint a fél-automatikus (gépi uton) előállított zárójelentés, amelynek értékeléséről sorrendben harmadik előadásunkban fogunk hallani. Hangsúlyozni kell azonban, hogy az első fokozat bevezetése alapvetően azt a célt szolgálta, hogy egy jól funkcionáló displayre épített on-line telepítő és feldolgozó programrendszert kidolgozhassunk.

Az első fokozat az off-line kísérlet bevezetésének indoklásánál első helyen emeltük ki az ápolási-gyógyítási folyamat KÖZKORHÁZI FELHASZNÁLÁSRA ALKALMAS STRUKTÚRÁ-jának kérdéseit. Most az első lépcső lezárásakor és értékelésekor tehát szólnunk kell a struktúra, a kódolhatóság, illetve standardizálás kérdéseiről.

Az első lépcsőhöz sikerült olyan struktúrát létrehoznunk, illetve alkalmazása során kialakítanunk, amely "bizonyos mélységig" való kódolással jól lefedi a teljes ápolási-gyógyítási folyamatot. A "bizonyos mélységig való struktúráltság" azt jelenti, hogy az ANAMNÉZIS jellegű adatok olyan mélységig kódoltak, hogy pl. az anyára, apára, testvérré vonatkozó adatokról van szó, a STATUS jellegű adatoknál a hasi szervekre vonatkozó fizikális eltérések a májra, lépére, vesére stb. vonatkoznak, a MŰSZERES VIZSGÁLAT eredménye EKG adat avagy a THERÁPIA gyógyszeres. Ezeknél a struktúráltsági szinteknél mélyebb bejegyzések szövegesek és nem is standardizáltak.

Tapasztalataink szerint ilyen mélységű strukturáltság elegendő ahhoz, hogy EGY BETEGRE vonatkozóan a beteg jelenlegi és előző ápolásai során keletkezett adatokat az orvos igényei szerinti csoportosításban rövid időn belül displayn keresztül szolgáltatni tudjuk. Ugyanakkor megállapíthatjuk, hogy a VTS 56100-as intelligens terminál off-line kezelése nehézkes, a kazetta-képernyő transzfer lassu, tehát "intelligenciá"-ja az ápoló osztályon kevés. Itt állandó on-line kapcsolatra van szükség. E miatt készítettünk el, egy még az előbbi struktúra alapján dolgozó, de on-line kapcsolatot megvalósító programrendszert. Ezen programrendszer üzemszerű működésének indulását 1978. januárjában tervezzük a kijelölt osztály 8 beteg-ágyánál.

A programok ASS-2 nyelven készültek és olyan mélységig modulárisak, hogy gyakorlatilag a programrendszer néhány szekciójának (az I/O utasítások szekciói) kicserélésével mind asszinkron vonalra csatolt displayt (CLA), mind pedig szinkron vonalon lévő intelligens terminált (VTS 56100) képesek kiszolgálni. Ez utóbbit azért tartjuk lényegesnek, mert ezzel megteremtettük a kórházi távadatfeldolgozás lehetőségeit, vagyis elviekben biztosítottuk azt, hogy az R-10-es gépteremtől bármilyen távolságban elhelyezett, persze megfelelő összeköttetéssel rendelkező VTS 56100-as intelligens terminált ezek a programok képesek kiszolgálni.

Azonban az a fentebb említett tény, hogy az EGY BETEGRE vonatkozó ápolási adatokat az orvos igényei szerinti csoportosításban képernyőn szolgáltatni tudjuk, a vonatkozó szakirodalomban és előző előadásainkban részletezett előnyeivel együtt sem tud alapvetően többet adni, mint egy számítógép nélküli (esetleg mikrofilm) technikával archivált kórlap-dokumentáció.

Hogyan léphetünk túl ezen a szinten?

Engedjék meg, hogy a tisztelt kollokvium egyik részének tulajágosan is egyszerű, de talán jellemző példával próbáljam megvilágítani.

Kerüljön be a megye egyik járásának egyik községéből a Megyei Kórház Fertőző Osztályára egy beteg. Az ápoló orvos kíváncsi lenne rá, hogy az elmúlt három évben a fenti járásból ezzel a betegséggel vagy betegségcsoporttal hányan kerültek be, mik voltak a panaszai, tüneteik, milyen therápiát kaptak, mik voltak a kiírási diagnó-

zisaik, hogyan alakult a további sorsuk stb. Ezt a hagyományos (nem gépi) uton archivált kóresettárból nem nyerheti.

Ha arra gondolunk, hogy az előző egyszerű példa analógiája alapján az EGÉSZ KÓRESETTÁR-ra vonatkozó, ma még csak részben megfogalmazható kérdéseket lehet feltenni, még a beteg ápolása alatt, akkor a számítógépnek ezen a területen való alkalmazása be nem látható távlatokat nyithat a gyakorló orvoslás és a kórházi gyógyítás számára.

Ahhoz azonban, hogy a szimptómák, szindrómák, diagnózisok összefüggésére vonatkozó mélységig tudtunk kérdéseket feltenni, ilyen mélységig kell strukturálnunk, kódolnunk, standardizálnunk.

Jól látjuk ennek a feladatnak a veszélyeit is. Tudjuk, hogy nem szabad az orvosi gondolkodást merev keretek közé szorítanunk, tehát a rendszer szabadságfokainak kérdéseit alaposan fontolóra kell venniünk. Tudjuk, hogy az on-line adatfelvétel segítségével nem kell kódolásra kényszeríteniünk az orvost, mert az ápolási-gyógyítási folyamatok fastrukturájának képernyőn történő folyamatos megjelenítésével, gyakorlatilag egy-egy klaviatúra-gomb lenyomásával juthatunk el egy-egy mélyebb strukturáltsági szintre (5).

Az ápolási-gyógyítási folyamat KÖZKORHÁZI FELHASZNÁLÁS-RA ALKALMAS STRUKTURÁ-jának kialakítása hatalmas feladat, amelynek azonban mind a külföldi (1,2,3), mind a hazai (4) gyakorlatban vannak előzményei.

Ezen előzmények kritikai feldolgozása és eddigi tapasztalataink felhasználásának összevetésével kialakított strukturáról a következő évi kollokviumon kívánunk beszámolni.

Irodalom

- (1) Computer-Based Medical Consultations: MYCIN, Edward Hance Shortliffe, Ph. D. - Elsevier Computer Science Library - New York Oxford Amsterdam.

- (2) Integriertes Krankenhaus Informationssystem, Claus O. Köhler - Verlag Anton Hain - Meisenheim am Glan.
- (3) MEDINFO 74 ed.by J. Anderson, J.M.Forsythe - North-Holland /American Elsevier.
- (4) Széphalmi G., Kovács F., Naszladi A., Pótz P.: Fogalomrendszer és modell orvos-egészségügyi információk kezelésére, 5. Kollokvium, Szeged, 1974.
- (5) Lehoczky A., Pasek B., Somogyi K.: Adatbevitel displayn keresztül egy számítógépes betegnyilvántartó rendszerbe, 7. Kollokvium, Szeged, 1976.
- (6) Szabó L., Sülyi J.: Számítógépes betegfelvételi és visszakereső rendszer, 6. Kollokvium, Szeged, 1975.
- (7) Leposa D., Köröstyös V., Sülyi J.: Az adatbázis koncepció megvalósításának első lépései egy kórházi betegellátást kiszolgáló információs rendszerben, 7. Kollokvium, Szeged, 1976.

Tolna Megyei Tanács Megyei Kórház-Rendelőintézete

Szekszárd

Egységes betegdokumentációs rendszer (EBDR) alapelvei és a kísér-
leti időszak tapasztalatai

Vicze István és Sulyi József

1. Bevezetés

A kórházi információ rendszeren ma általában egy olyan információs rendszert értünk, amely elektronikus adatheldolgozó berendezésre épül. Az információs rendszer azonban állhat deklarált elosztókkal ellátott formanyomtatványokból és egy hírközlő hálózatból, valamint hierarchikusan meghatározott továbbítási kötelezettségből.

2. Az EBDR alapelvei

Egy kórházi információrendszert a lehető legátfogóbban úgy kell kiépíteni, hogy új ismeretek bevezetése új modulokon keresztül könnyen megoldható legyen. A kórházi információrendszer leglényegesebb funkciója abban áll, hogy a kórházban tevékenykedőknek a betegek legjobb ellátása érdekében valamennyi adatot és információt a leggyorsabban biztosítsa, olyan helyzetbe kell, hogy állítsa az orvost, hogy az gyorsabban és jobban egészségessé tudja tenni a beteget, mint e rendszer nélkül.

Irodalmi ismereteinkből tudott, hogy a betegek adatairól már nagyon korán feljegyzéseket készítettek. Kórtörténeti feljegyzések az időszámítás előttről is maradtak fenn. Kórlapot 1137-től a londoni Szent Bertalan Kórház alapítása óta vezetnek folyamatosan Angliában (1). Adatheldolgozósszerű kórlap dokumentációt 1943-tól kezdődően készítettek az USA-ban. A magyar kórházak több évtizeddel ezelőtt kifejlesztett szakmáknként szerteágazó kórlapokat használtak a betegek adatainak feljegyzésére. E szerteágazó kórlaprendszert sok esetben és sok helyen egyedileg tervezett egyéni vagy speciális kórlapokkal ugyanond tovább gazdagították. Ezen hosszú történelmi előzmény után, és a magyar kórházakban alkalmazott szerteágazó kórlapok feldolgozása és

tanulmányozása révén jutottunk el arra a megfontolásra, hogy a mai kórházi információrendszerben gondolni sem lehet arra, hogy a beteg beérkezésétől a távozásig minden lényeges és szükséges információt úgy rögzítsünk, hogy az rengeteg féle formában, rengeteg féle típusban álljon rendelkezésünkre.

Az elsődleges cél az, hogy az ápolási folyamatról, minden lényeges eseményről a született információkat standardizált formában, standardizált lapokra kell rögzíteni, amely teljes képet ad az egész ápolás folyamatáról. Ez vezetett el odáig, hogy az EBDR, mint fogalom használatánál elsődleges az információ szerzéshez egyszerűen és tömören kidolgozott betegdokumentáció, amelynek az alkalmazása nem körülményes, különösebb nehézséggel nem jár.

Egyértelmű bizonylatokat kell megtervezni a kórházzal és a kórházi adminisztratív területekkel közösen valamennyi szakterület számára. Az EBDR hierarchikus felépítésű kell hogy legyen. Alapját egy alapdokumentáció kell, hogy képezze, amely a magyar kórházakban egységes, tehát szerteágazó helyi igényeket, valamint nagyszámu szakmai igényeket kell, hogy kielégítsen.

A betegdokumentáció egységesített alapdokumentumát, tehát a kórlap első oldalát kórlapfejnek neveztük el. Ezen a kórlapfejen tehát, amint a későbbiekben majd kifejtjük, a betegre vonatkozó személyi adatok, a beutalás körülményei, a felvétel körülményei, a lényegesebb diagnózisok és az elbocsátás körülményei kerülnek regisztrálásra. A betegség lefolyásával és valamennyi orvosi tevékenységgel, ápolási eseménnyel kapcsolatos információk rögzítését a szabványosított betegdokumentáció betétlapjain kell végezni. Ehhez az alapszakmai elkülönítéseknek megfelelő, az alapszakmákra orientált nyomtatványokat kell majd megtervezni. Ezen munkánkhöz hathatós segítséget kértünk és kaptunk az országos intézmények vezetőitől és munkatársaitól.

3. Kórlapfej adattartalma és használata

A kísérleti jelleggel bevezetett kórlapfej kialakításánál az előbb említetteken kívül figyelembe vettük felettes szakmai irányító szerveink igényeit is. A kódolható kórlapfej úgy készül, hogy manuális feldolgozásra, esetleg középgépes feldolgozásra, esetleg számítógépes feldolgozásra is alkalmas legyen. Amint már említettem,

tartalmazza a beteg személyi adatait, a felvételi adatokat, diagnózisokat, a távozási vagy haláloki adatokat. A kórlapfej az ápolás során megállapított döntő tények összefoglalására szolgál, végigkíséri a beteget felvételtől a távozásig és minden időpontban a kezelőorvos rendelkezésére áll. A kórlapfej az egységes betegdokumentációs rendszer alapidokumentuma, és ennek megfelelően a kialakítandó teljes betegdokumentációs folyamatban elsődleges szerepet játszik.

A kórlapfej szolgál az alapvető funkciókon túl az áthelyezés vagy távozás alapbizonylatául, a másodpéldánya pedig a gépi adatfeldolgozás céljait szolgálja. A másodpéldány alapján rögzített adatokat mágnesszalagon kívánjuk tárolni, amely biztosítja számunkra részben a külső szervek felé történő adatszolgáltatás feldolgozásának az alapját, valamint bizonyos belső igények kielégítését kell, hogy képezze bizonyos orvosi visszakeresési feladatoknak is. Az adatok tárolása, miután nagyszámu kórlapfejről és viszonylag hosszú adatmennyiségről van szó, tömörített formában változó hosszúságú rekordokban történik, amely nagy mennyiségű kóranyag esetén jelentős helymegtakarítást jelent.

Ez évtől kezdődően kísérleti jelleggel alkalmazzák kórházunkban az egységes kórlapfejet. Általános az a vélemény, hogy az új kórlapfej a célnak megfelel és jól használható. Az EU.Min. illetékeivel és a tárgyévből a kórlapfejet kísérleti jelleggel használó többi kórházzal együttműködve kisebb módosításokat kellett végrehajtani a kórlapfejen, de rendeltetése ezen módosításokkal nem változott. Így a módosított kórlapfej 1978. jan. 1-től további három intézményben, az eddigiekkel együtt, tehát hat intézményben kerül bevezetésre.

3.1. Az egységes kórlapfej használatának folyamata

A dokumentálás folyamatának megtervezésénél azt a célt tűztük ki, hogy a jelenleg meglévő és látszólag két különálló folyamatot - a számítógépes és a számítógép nélküli betegfigyelést - egységes rendszerbe foglaljuk. Mint már mondtam a kórlapfejünk mindenféle feldolgozási igényt, tehát a manuálist is, ki kell, hogy teljes egészében elégítsen.

3.2. A dokumentálási folyamat általános leírása

A felvétel: a kórházban ápolott betegek adatainak dokumentálása a felvételi irodán a felvétellel kezdődik. A felvétel során rögzítésre kerülnek a beteg személyi adatai és a felvételi adatok. Itt látják el a kórlapfejet a beteghez rendelt törzsszámmal. A felvételi adatok a kórlapfejre, és amennyiben számítógépes feldolgozást feltételezünk, kórházunkban pedig ez nemcsak feltételezés, hanem gyakorlat is, az INFORM file-ba kerülnek. A file ismertetése az előző előadásban történt. A kórlapfejet a felvételi iroda továbbítja az ápoló osztálynak.

A felvételt az ápolás folyamata követi. Az osztályokon az ápolás vizsgálatok kezdeményezésével kezdődik. A vizsgálatok elvégzése történhet az osztályokon és a diagnosztikai munkahelyeken. A diagnosztikai munkahelyeken végzett vizsgálatok eredményei kórházunkban tervezés alatt álló rendszerben mágneslemezre és nyomtatott formában az ápoló osztályokra kerülnek. Erről külön előadásban számolunk be. (Kiss E., Prajda V.: Laboratóriumi alacsonyabbfokú rendszer számítógépes tervezete c. előadása.) A vizsgálati eredmények alapján az ápoló orvosok meghatározzák a diagnózisokat, amiket a kórlapfejen és/vagy a szakmai betétlapon dokumentálnak.

Az ápolási folyamat utolsó szakasza a gyógykezelés. A gyógykezelési részfolyamatok alatt született információkról regisztrálás a kórlapfejen nem történik.

A harmadik folyamatszakasz az elbocsátás - a folyamatszakaszokat természetesen a kórlapfej kitöltési folyamatán értelmezzük. Az ápolás befejezése után az osztályok lezárják az ápoltak kórlapfejeit és a lezárt kórlapfejet a felvételi irodának továbbítják. A felvételi iroda az ápolott további sorsának megfelelően elvégzi az elbocsátást, kórházunk gyakorlatában a számítógépes elbocsátást, vagy áthelyezést. Ezzel egyidejűleg az ápolás során a mágneslemezen keletkező információk az INFORM file-ból mágnesszalagra került felvételi adatokkal együtt tárolódnak további adatfeldolgozási célokból.

Külön kell szólni az áthelyezés folyamatáról a kórlapfej kitöltésének szempontjából. A beteg egyik osztályról a másik osztályra történő áthelyezését az átadó osztály által lezárt, nevezzük úgy, hogy régi kórlapfej, és ugyanezen osztály által az új kórlapfejen feltüntetett adatok alapján kell végezni. Mindkét kórlapfej a felvételi irodán keresztül ke-

rül mozgatásra. A számítógépes folyamat esetén ugyanezt a műveletet a számítógépes nyilvántartásokban is el kell végezni. Ez a beteg felvételi adatainak az áthelyezését jelenti az INFORM file-ban az átadó osztályról az átvevő osztályra. Amennyiben az ápolás időtartamának a befejezése után a kóranyaghoz tartozó egyes okmányok később érkeznek a gyógyító osztályra, ezt kórlapmellékletként a kórlapokhoz csatolni kell.

Röviden kívánok szólni az adatfeldolgozási célokból gyűjtött adatok további sorsáról az un. előarchiválás folyamatáról. Az osztály által lezárt kórlapfej a betétlapokkal együtt a felvételi irodára kerül. A kórlapfej másolatát a számítógépes feldolgozásra kerülő betétlapokkal együtt a gépi adatrögzítőkhöz továbbítják. Rögzítés után az adatok mágnesszalagra kerülnek a felvételi és az előző ápoló osztályokon keletkezett adatokkal együtt, természetesen amennyiben a beteg több osztályon is ápolásra került. A felvételi adatok előarchiválása az INFORM file-ból mágnesszalagra írása csak az első ápoló osztályról való távozáskor történik meg. Ha az ápoló nem az első ápoló osztályról távozik, akkor a felvételi iroda az ápoló további sorsának megfelelően elvégzi a számítógépes áthelyezést vagy elbocsátást. Az előarchiválás a teljes ápolás során keletkezett információk összeolvasztásával befejeződik. Ezt követőleg készítjük el azokat a feldolgozásokat, amelyeket úgy a felsőbb szintű vezetés, mint a szakmai vezetés rendelkezésére meghatározott időszakonként készítünk.

4. Az egységes betegdokumentációs rendszer kialakításának tervei, további lépései

A kórlapfejen mint alapidokumentumon kívül további négy dokumentum típus az, amely együttesen képezi az EBDR-t. Ezek tulajdonképpen információs szektorok. Így szólni kell az anamnézistről.

Az orvosi információs lánc kiinduló pontja az anamnézis. Az anamnézist a kórházban minden egyes újra felvétel esetén aktualizálják. Ez független a gépi feldolgozástól. A kórelőzmény az orvosnak diagnosztizálás és therápia szempontjából szükséges. Tehát tulajdonképpen munkájának alapját képezi. A kórelőzmények felderítését csak céltudatos kérdéssor feltevésével, az anamnézis standardizálásával lehet elérni, ami az automatizálásnak is előfeltétele. Az anamnézis lap megtervezése folyamatban van. Munkánknál elsődlegesen figyelembe vettük és nagy mértékben építünk dr. Naszlady Attila és munkatársai által készített anamnézis lapokra.

A következő információ-szektor a státus. Egy diagnózis felállításához szükséges adatgyűjtés bázisa az anamnézis adatai mellett az orvos által végzett klinikai vizsgálatok halmaza. Bevezető vizsgálatnál megállapíthatjuk a beteg kórházba érkezési állapotát, tulajdonképpen egészségi állapot mutatóit, amit az elbocsátáskor a kezelés sikerének vagy sikertelenségének értékelése szempontjából összehasonlítási alapként kezelünk. A betegségek jellegzetességére vonatkozó egységesített kérdéssor feltevésével elérhető, hogy az orvos gyorsabb és hibamentes vizsgálati eredményekhez jusson.

A következő információszektor a dekurzus. A státus és dekusz standard nyomtatványokat, amit már jó előbb említettem, az országos intézmények bevonásával szeretnénk elkészíteni és erre minden reményünk megvan. A kórtörténet minden kórházi információs rendszernek a leglényegesebb része, tehát kitüntetett szereppel bír még akkor is, ha egy integrált számítógépes rendszerben a kórtörténetről korábban használt értelemben gyakorlatilag nincs szó. De számunkra lényegesebb és sokak számára a leglényegesebb az írott kórtörténetek módjai és formái. Az eddigi gyakorlatban ezek sokfélék voltak. Mégis kell lenni olyan törekvésnek, hogy a kórtörténeteket szabványosítsuk, hogy akár manuális, akár gépi feldolgozásra alkalmassá tegyük.

Az utolsó információs szektor a zárójelentés elnevezésű orvosi levél. A zárójelentés tulajdonképpen az ápolási folyamat leglényegesebb elemeinek rendszerbe foglalt leírása. Ezt dr. Jávor András előadása tartalmazza. A kórházunkban folyó egységes dokumentációk elkészítésére való törekvésekről röviden ennyiben szerettem volna beszámolni.

Az előbb vázolt feladatok megoldása során gyakran merültek fel nehézségek, amelyek elsősorban a különböző szintű igények (Eü. M., kórházi stb.) összeegyeztetéséből eredtek. Ilyen problémákat bizonyára a jövőben is meg kell oldanunk, de úgy gondoljuk, hogy munkánk során a felettes hatóságok további támogatására és más intézmények segítségére a későbbiekben is számíthatunk.

Irodalom

- (1) Köhler, O.Claus: Integriertes Krankenhaus-Informationssystem
Verlag Anton Hain - Meisenheimann Glan, 1973.
- (2) Realization of data protection in health information systems.
North-Holland Publishing Company, 1977.
- (3) Information systems for patient care. North-Holland Publishing
Company, 1976.
- (4) Schortliffe, E.H.: Computer-based medical consultations:
MYCYN. American Elsevier Publishing Co., Inc., 1976.

Tolna megyei Tanács Megyei Kórház-Rendelőintézete

Szekszárd

A gépi uton előállított kórházi zárójelentés

Jávor András, Leposa Dezső és Kuszenda Sándor

A kórházi ápolás eseményeinek és eredményeinek egyetlen, elvben bármikor hozzáférhető dokumentuma a beteg és kezelő orvosa számára a kórházi zárójelentés. Ma már többé-kevésbé pontosan tudjuk, hogy milyen adatokat kell feltétlenül tartalmaznia, de a kiegészítő adatok természetére és mennyiségére, ezek csoportosítására vonatkozóan nem beszélhetünk egységes szemléletről. Kórházanként, de még ezen belül osztályonként is különböznek mind tartalmilag, mind formailag a zárójelentések, és ezek az eltérések nem magyarázhatók pusztán a különböző klinikai szakmák eltérő igényeivel. A zárójelentés összeállítása, az epiorisis megfogalmazása nem egyetemi tananyag, az egymást követő orvosnemzedékek részben ösztönösen, részben főorvosi utmutatások alapján átveszik elődeik stílusát, szemléletét, és az évek során ezt formálják saját klinikai tapasztalataik alapján. Ritkán olyan végletek is előfordulnak, mint a teljesség, az ápolás során keletkezett valamennyi adat felhalmozása, mely a zárójelentést áttekinthetetlenné teszi, és indokolatlan adminisztratív megterhelést jelent, vagy csak a diagnózis és az epiorisis ismertetése, mely fontos klinikai paraméterek elhallgatásával nehezíti a beteg további gyógyítását.

Feladatunk az volt, hogy olyan gépi zárójelentést készítsünk, mely a Megyei Kórház minden osztályán használható, általános orvosi (körzeti orvosi) szinten könnyen értelmezhető és ugyanakkor számítógéppel elkészíthető legyen. A kezelést végző osztályon, a betegazonosító, az ápolás időpontjára vonatkozó adatokon kívül a zárójelentésnek tartalmaznia kell az ápolási folyamat során keletkezett legfontosabb adatokat. Ezeket úgy csoportosítottuk, hogy sorrendiségük modellizálja az orvosi gondolkodás, a diagnózis alkotás logikáját, és így esetleg továbbképzésül is szolgálhasson a körzeti orvosok számára. Minden adatot a keletkezés időpontjával jelöltünk meg, és időrendben ábrázoltunk. A következő fő csoportokat képeztük:

1.) anamnesis.

Ebben a csoportban nemcsak azok az anamnestikus adatok szerepelnek, melyeket a betegfelvételnél rögzítettünk, hanem ugyanide soroltuk az észlelés során jelentkezett minden új panaszt, mely döntően befolyásolta a végső diagnózist. Sorrendiségüket az időpont egyértelműen biztosította.

2.) Fizikális status.

Természetesen itt is érvényesek az előbb említettek, a fizikális status az ápolási folyamat során többször és lényegesen változhat, és ezeknek a változásoknak is szerepelni kell a zárójelentésben.

3.) Vizsgálati eredmények.

Ez az alcsoport a zárójelentésben belül a legterjedelmesebb. Tartalmazza a laboratóriumi eredményeket, a radiológiai vizsgálatokat, az összes műszeres vizsgálatot (pl.: EKG, EEG, endoscopia, légzés-functio stb.), a szövettani leleteket és a consiliumok eredményeit. Az eredmények az off-line betegkövetés szerint kialakított struktúrában ábrázolódnak, az azonos fajtájú adatok csoportosítottak, és időrendi sorrendben követik egymást. Fontos szempont itt is a tagoltság, hogy ez a viszonylag nagy mennyiségű adat is jól áttekinthető legyen.

Miután az anamnesis, a fizikális status és az ezek alapján szükségesnek tartott vizsgálati eredmények rendelkezésre állnak, az orvos felállítja a

4.) diagnosis(oka)t.

Noha formailag jelzett különbséget nem tettünk, mégis logikailag fontosnak tartjuk, hogy az első helyen az ápolást indokló alapbetegség, majd ennek szövődményei és végül a kísérő betegségek helyezkedjenek el.

5.) Therapia.

Ebben az alcsoportban nemcsak a gyógyszeres therapia szerepel szigorúan keltezve, hanem a műtéti beavatkozások is. Komoly gondot

okoz azonban nekünk, hogy ma egyre több olyan műtéti beavatkozás történik, amely diagnosztikus jellegű (pl.: exploratív laparatomia, staging laparatomia stb.), s szerepeltetésük ebben az alcsoportban nem indokolt. A műtétek kettős kezelése azonban nem egyértelmű, hiszen ezek során is történhetnek therapias beavatkozások (pl.: staging laparatomia során splenectomia). Az ellentmondás feloldása a jövő feladata.

6.) Epicrisis.

Lényegében véve a diagnosis mellett manapság ez a legtöbbet olvasott része a zárójelentésnek. Itt indokolja meg a klinikus a diagnoszt és a választott therapiát, itt mutat rá ezek korlátaira, vagy esetleges eredménytelenségére. Itt szerepelnek a beteg eljövendő sorsára, további gyógykezelésére vonatkozó javaslatai. A zárójelentést a főorvos és az osztályos orvos neve zárja.

A gépi zárójelentés készítést a Megyei Kórház IV.sz. Belgyógyászati Osztályán vezettük be 1977. júniusában kísérletképpen. Az ápolási folyamat off-line nyomonkövetése lehetővé tette a klinikai adatok gépi tárolását. Az adatokat naponta egyszer rögzítettük, és kezdetben azokat, amelyeket később a zárójelentésben szerepeltetni kívántunk, a rögzítéskor megjelöltünk. Később fény derült arra, hogy ez a megoldási mód nem elég rugalmas, olyan adatok, amelyek kezdetben jelentéktelennek tűnnek, később, a végső diagnosis tükrében döntőnek bizonyulhatnak. Jelenleg az elbocsátás előtt a rendezett adatokat áttekintjük, és ekkor jelöljük meg azokat, amelyeket a zárójelentésbe kívánunk felvenni. Az orvos feladata az adatmegjelölésen kívül még a diagnosis és az epicrisis rögzítése az osztályra kihelyezett display segítségével. Miután kórházunkban főigazgatói utasítás írja elő a hagyományos adminisztráció írógéppel történő rögzítését, maga a display consol kezelése nem jelent különösebb problémát orvosaink számára. A zárójelentés A/4 formátumban, négy példányban készül, kettőt a beteg kap, egy a kórlapba kerül, a negyediket az osztály saját archivumában helyezünk el.

Első tapasztalataink kedvezőek. A zárójelentés készítése egyszerűbbé és egyben egységesebbé vált. A hagyományos módon eddig ezt az osztályos adminisztrátor az orvos aktív közreműködésével gépelte. Az anamnesist, a fizikális statust, amely a kórlapban szerepelt, újra kellett fogalmazni és rögzíteni. Sokszor az osztályos orvosok elfog-

laltsága miatt az adminisztrátorra volt bízva, hogy a vizsgálati adatokból mik szerepeljenek a zárójelentésben. Természetes, hogy ilyenkor inkább a teljességet választotta. Komoly adminisztratív megterhelést jelentett és jelentős időt vett igénybe, amikor az adminisztrátor távollétében vagy hiányában az orvos sajátkezűleg gépelte az egész zárójelentést.

A gépi uton előállított zárójelentés ezeket a nehézségeket nagyrészt kiküszöbölte. Az off-line üzemmód mellett kialakított struktúra segítségével az adatok a későbbi zárójelentés kívánalmainak megfelelően csoportosítottan tároltak, időrendiségük a folyamatos adatrögzítés mellett adott. Véleményünk szerint a struktúra minden klinikai szakma számára használható. A zárójelentés bizonyos részének elhagyásával kórbonctani felszólítóvá alakítható, s célprogramok segítségével különböző jelentések (pl.: onkológiai) készítésére alkalmas.

Az orvosok adminisztratív megterhelését jelentősen csökkenti, hisz a folyamatos adatbevitelt szakképzett, középfoku végzettséggel rendelkező adatrögzítő végzi, és így az orvos tényleges adminisztratív feladata a szerepeltetni kívánt adatok megjelölésén túl csupán a diagnosis és az epicrisis rögzítése. A gépi zárójelentés tagolt, jól áttekinthető, a különböző részek jól elkülönülnek. A körzeti orvosok kedvezően fogadták, előnyének tartják a hagyományossal szemben az összes közölt adat pontos keltezését és időrendiségét.

Nem szabad elhallgatnunk némely hátrányát. Hosszabb időt vesz igénybe az adatok megjelölése az off-line üzemmódban. Reméljük ezt kiküszöböli a jövő év elején bevezetésre kerülő on-line üzemmódu ápolási alrendszerünk. A zárójelentés egyenlőre nem tiszteli a magyar nyelv helyesírási szabályait. Itt elsősorban az á, é, i, ó, u és az ő, ű betűk problémájára gondolunk, és arra, hogy a sor végén a szavak elválasztása nem konventionális. Véleményünk szerint ezek nem rontják értelmezését, a betegeknek nem jelentenek különösebb problémát. A szavak elválasztásának megoldásán jelenleg dolgozunk.

Összegezve: tapasztalataink kedvezőek, és reméljük ezt akkor is megerősíthetjük, ha minden klinikai osztályon kísérletképpen kipróbálhatjuk. A jelenlegi gépi zárójelentés hasonló strukturáltsággal az ápolási folyamat on-line nyomkövetése során is használható lesz, tovább csökkentve az orvosok adminisztratív megterhelését, pontos és megfelelő adatszolgáltatással elősegítve a betegek kórházon túli gyógyítását.

Tolna megyei Tanács Megyei Kórház-Rendelőintézete
Szekszárd

Laboratóriumi alacsonyabbfokú rendszer szervezésének számítógépes
rendszerterve

Kiss Erzsébet és Prajda Vencelné

Az előző előadásokban munkatársaim beszámoltak az intézetünkönél folyó számítógépes modell-kísérleti rendszer munkálatairól, melyekhez szorosan kapcsolódik a tervezett laboratóriumi alacsonyabbfokú rendszer szervezése.

Egy kórház laboratóriuma szolgáltató hely, melynek adatközlő funkciója is van.

Egy diagnózis felállításához szükséges adatgyűjtés bázisa, az anamnézis és status adatai mellett a klinikai, laboratóriumi vizsgálatok. A diagnózis szempontjából figyelembe veendő, hogy az egy betegre eső adatok, s ezen belül a laboratóriumi adatok nagysága évek óta erősen nő (1).

A nagyszámu adat kezelése, dokumentálása miatt az orvosi asszisztensekre és laboránsokra jelentős adminisztratív munka hárul, mely indokoltá teszi a számítógép alkalmazását. Ennek megvalósítása viszonylag egyszerű, mivel a laboratóriumi vizsgálatoknál, ellentétben a fizikotechnikai (EKG, EEG stb.) vizsgálatokkal, mindig standardizálható cselekedetekről van szó mind a végzés módját, mind a dokumentációt illetően (1).

Intézetünk Központi Laboratóriumában naponta min. 1000 és max. 2500 vizsgálati kérelem érkezik. A kérelmi adatokat először a labornaplókba, majd a methodikafüzetekbe rögzítik.

A vizsgálatok elvégzése után az eredményadatok a kérelmi lapon kívül ugyancsak a methodikafüzetekbe és a labornaplókba kerülnek. A laboratórium jelenlegi működése szerint a laboránsok csaknem annyi időt töltenek adminisztrálással, mint tényleges munkájukkal.

Az eredmények igen nagy késedelemmel jutnak az orvoshoz, ami egy, esetleg két nappal is meghosszabbíthatja a kivizsgálási folyamatot.

Egyértelmű tehát a célunk, amit Naszlady Attila dr., Kovács Ferenc és munkatársaik röviden így fogalmaztak meg: a vizsgálati eredmények gyors, pontos, megbízható szolgáltatása, az ápolószemélyzet és a laboránsok lehető legkisebb adminisztrációval terhelése mellett (2).

Ezen túl, számítógépes laboratóriumi rendszerünk szervezésénél biztosítanunk kell annak pontos illesztését, kapcsolódását az ápolási-gyógyítási folyamathoz. Itt hivatkoznék a Leposa Dezső előadásában (3) elhangzottakra és az ott bemutatott ábrára, amely feltünteti a DIAGNOSZTIKAI FILE - egyelőre a LABOR FILE - kapcsolatát az ápolási-gyógyítási alrendszert kiszolgáló egyéb file-okkal.

A megvalósítás első szakaszában a rendszer hardware-igénye:

- egy, a laboratóriumban elhelyezett VTS-56100-s intelligens terminál,
- a terminálhoz csatlakozó:
 - 1 db SLK-4 mágneskazettás adattároló-egység, és
 - 1 db 80 oszlopos sornyomtató,
- megfelelő kiépítettségű R-10 konfiguráció.

A szükséges technikai bázis - a sornyomtató kivételével - már most rendelkezésünkre áll. A bevezetés minimális beruházást igényel.

A tervezett számítógépes laboratóriumi rendszer folyamata:
(folyamatábra alapján):

1. A munkafolyamat a gyógyító osztályokon kezdődik. A vizsgálat szükségességét az orvos állapítja meg, a kérést az ápolónő rögzíti a vizsgálat kérő lapon. Az eddig kézzel kitöltött személyi adatok helyére az öntapadó etiket kerül, melyet a beteg felvételekor a számítógép készít a szükséges példányszámban. A etiket tartalmazza:

- a beteg nevét,
- a beteg törzsszámát,
- az ápoló osztály mnemonikáját.

Ez kerül rá a mintaanyagot szállító edényre is. Segítségével teljes mértékben kiküszöbölhetők az elírásból adódó hibák.

A vizsgálat kérő lap további adattartalma:

- a kért vizsgálatok megnevezése,
- a vizsgálatok kódja,
- a vizsgálat kérés dátuma.

2. A laboratóriumba futár útján érkező vizsgálati kérelmeket a terminál kezelője a beérkezés sorrendjében, folyamatosan mágneskazettára rögzíti, off-line üzemmódban. A kísérleti rendszerbe bekapcsolt ágyak esetében a vizsgálat terminálon kérhető (terminál - terminál kapcsolat).

3. Az utolsó kérelem rögzítése után az adatokat on-line üzemen mágneslemezre telepítjük, miközben folyamatosan, ugyancsak on-line üzemmódban ellenőrizzük. A személyi adatok ellenőrzése az INFORM FILE segítségével történik. Az azonosítást a törzsszám alapján végezzük. A program megkeresi az INFORM FILE-ban az aktuális törzsszámot, az ott szereplő beteg nevét és osztálykódot összehasonlítja a vizsgálati kérelmen szereplővel. Egyezés esetén beolvassa és ellenőrzi a következő kérelmi adatot.

Ha hibát talál, azt kiírja a display képernyőjére, és csak a hiba kijavítása után olvas tovább. Ebben a szakaszban történik a nem értelmezhető vizsgálati kódok hibajelzéssel történő kiszűrése is.

A mágneslemezre telepített kérelmi adatok összessége a LABOR FILE, melyben egyenlőre üresek az eredményadatoknak fenntartott helyek.

4. A számítógép a vizsgálati kódok alapján rendezi a kérelmi adatokat és ún. MUNKALISTÁKAT készít a laboratóriumi munkahelyek számára.

A munkalisták a labornaplókat és a methodika füzeteket helyettesítik. Megszüntetik a redundáns nyilvántartásokat és az adatok többszöri leírásából adódó hibákat.

A munkalista tartalmazza:

- az azon a munkahelyen elvégzendő vizsgálatokat betegként,

- a betegek törzsszámát,
- az illető osztályok mnemonikáját,
- a dátumot,
- az elkészülési kódnak és az eredménynek fenntartott helyet.

A munkahelyek kialakításánál az erőforrások optimális kihasználását, egyenletes leterhelését és a logikailag megközelítően egy csoportba tartozó vizsgálatokat vettük figyelembe.

5. A munkalisták és a mintaanyagok szétosztása után a laboránsok elvégzik a megfelelő vizsgálatokat. Az eredményt a munkalistán rögzítik.

Amennyiben a vizsgálat valamilyen oknál fogva nem készült el, azt az ELKÉSZÜLÉSI KOD jelöli. Ebben az esetben rögzíteni kell az elkészülés várható dátumát is.

6. Az eredmények input-bizonylata tehát a munkalista. Rögzítésük - a kérelmi adatokhoz hasonlóan - a vizsgálatok elkészülésének megfelelően folyamatosan, off-line üzemmódban, mágneskazettára történik. A munkalistáról csak az eredmény-adatok és az elkészülési kódok kerülnek rögzítésre.

Mágneslemezre telepítésük és ellenőrzésük on-line üzemen folyik. Ellenőrző programmal hihetőség-vizsgálatot végzünk, majd az eredményadatok a szükséges azonosítás után a LABOR FILE-ba kerülnek.

7. A laboratóriumi adatok több uton lekérdezhetők:

- a laboratórium VTS-56100-s intelligens termináljáról, osztályra, betegre és vizsgálatra orientáltan,
- a kísérleti rendszerbe bekapcsolt ágyak VTS-56100-s termináljáról betegenként, az összes többi ápolási a-dattal együtt,
- a számítógép eredménylistákat készít osztályonként, s osztályon belül betegekre bontva. A listákat középen perforált A/4-es lapokra, on-line üzemmódban kinyomtatja a laboratórium printerén. Az el nem készült vizsgálatokról ugyszintén lista készül, amely tartalmazza az el nem készülés okát és az elkészülés várható dátumát.

8. Az eredménylisták futár útján jutnak el a gyógyító osztályokra, ahol a későbbiekben az eddigi gyakorlatnak megfelelően használják vagy használhatják.

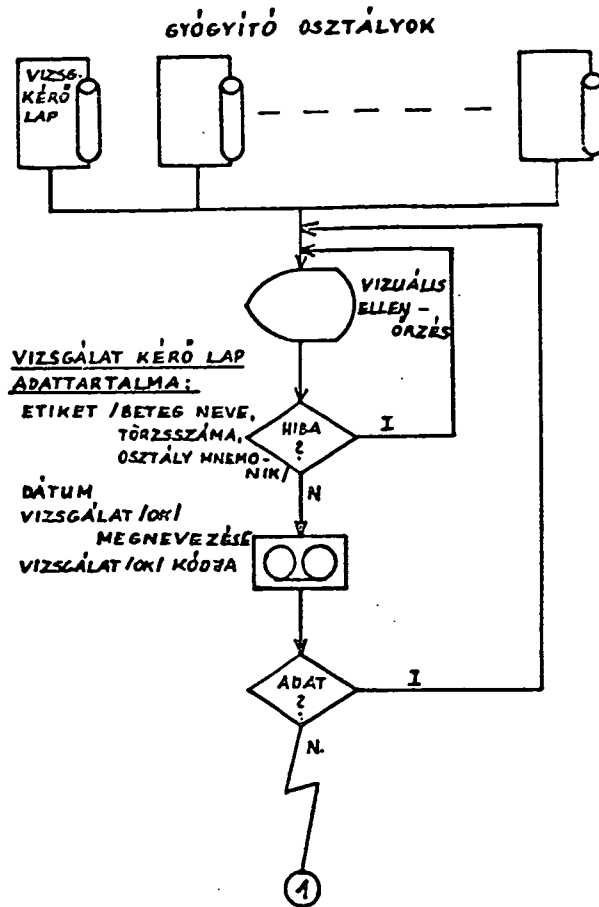
A beteg elbocsátása után a laboratóriumi adatokat, a többi ápolási adattal együtt, további adatfeldolgozás céljából mágnesszalagon tároljuk.

A laboratóriumi adatfeldolgozást a BME Automatizálási Tanszéke által kidolgozott laboratóriumi programokkal fogjuk végezni.

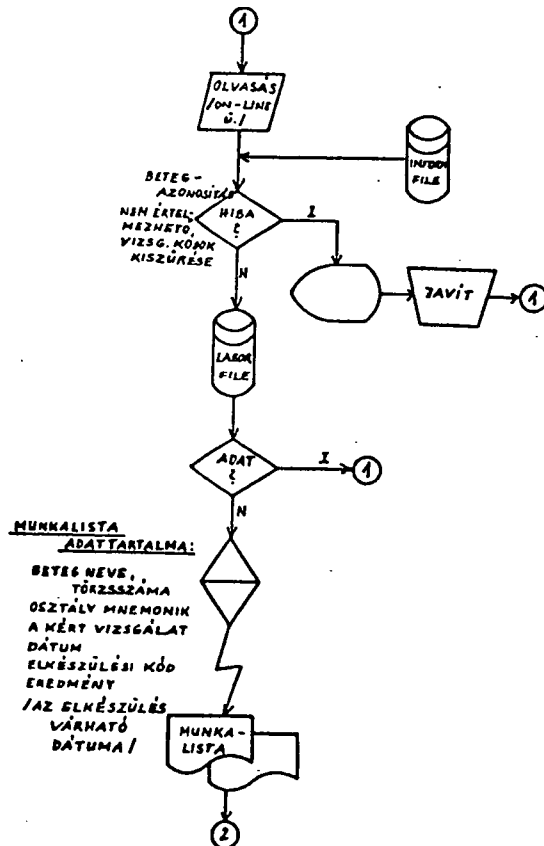
Az ismertetett rendszer koncepció-szintű, működési tapasztalatokról nem tudnak beszámolni, helyességét avagy hiányosságait a gyakorlat fogja bizonyítani, ill. feltérni.

A kapcsolatos külföldi és hazai irodalom ismerete mellett munkánk során elsősorban a helyi, kórházi sajátosságokat, követelményeket vettük figyelembe, jelenlegi lehetőségeinkre és a rendelkezésünkre álló számítástechnikai eszközökre támaszkodtunk. Elsődleges célunk az adminisztratív munka minimálisra csökkentése és a kivizsgálási folyamat - így az ápolási-gyógyítási folyamat - lerövidítése volt. Az off-line üzemmódu adatrögzítést célszerűnek tartjuk, mert a jelentős adatmennyiség miatt on-line körülmények között nagymértékben leterhelnénk a számítógépet, pusztán adatszerzés céljából.

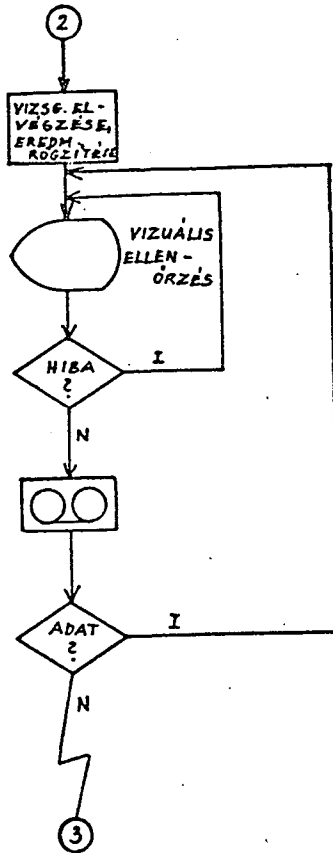
Gépparkunk további bővítése lehetővé teszi majd a rendszer tökéletesítését, továbbfejlesztését. Amennyiben valamennyi gyógyító osztály rendelkezik display-vel, a folyamat időtartama lerövidül, az orvosok számára pedig lehetővé válik a gyors, pontos, megbízható információszerzés. A kórházban talán a laboratórium az egyetlen olyan munkahely, amely döntő mértékben automatizálható. A legtökéletesebb megoldás majd az lesz, amikor a laboratóriumi automatákat, analizáló készülékeket közvetlenül kapcsolhatjuk a laboratóriumi rendszer kiszolgáló és a központi számítógéppel kapcsolatot tartó kis számítógépre (1).



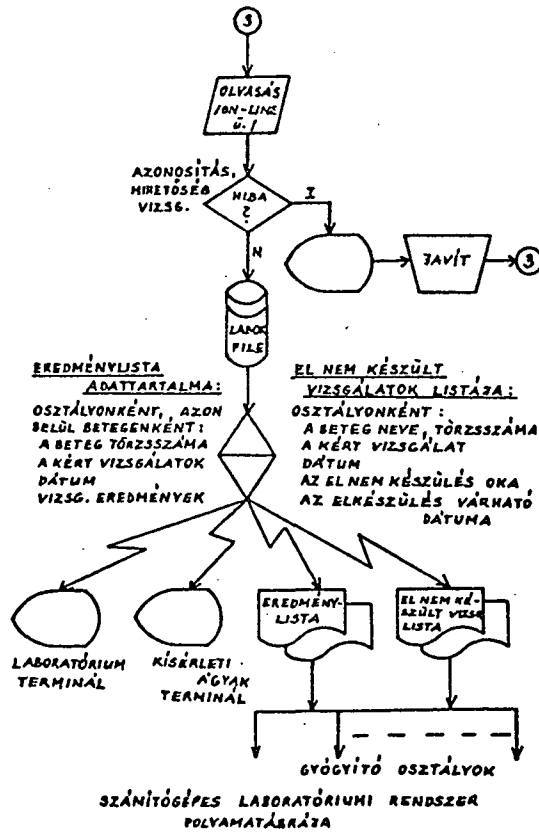
1.a. ábra



1.b. ábra



1.c. ábra



1.d. ábra

Irodalom

- (1) Integriertes Krankenhaus Informationssystem, Claus O. Köhler
- Verlag Anton Hain - Meisenheim am Glan.
- (2) Naszladi A. és mts-i: Fekvőbeteg osztály információs rendszerébe csatlakozó klinikai laboradat-áramlás kérdése és egy bevált megoldás. 5. Neumann kollokvium, Szeged, 1974.
- (3) Leposa D., Jávör A., Sülyi J.: Ápolási-gyógyítási folyamat számítógépes nyomonkövetésének kérdései. 8. Neumann kollokvium, Szeged, 1977.

Tolna megyei Tanács Megyei Kórház-Rendelőintézete
Szekszárd

A kórház gazdasági alrendszerének raktári anyag-eszköz nyilván-
tartási és gazdálkodási modulja

Pethő Imre és Sulyi József

1. Kórházunk az előző évben egyetlen gazdasági témájú előadással vett részt a Neumann János Számítógéptudományi Társaság szegedi kollokviumán. Az előadásban a kórházgazdaságtani feladatok számítógépes szervezésének alapjairól volt szó. Rövid, általános ismertetés hangzott el a Kórház gazdasági alrendszerének szervezési feladatairól, programozási munkáiról és a rendszeres feldolgozásokról.

Jelenlegi két előadásunk az előző évi szerves folytatásaként a gazdasági alrendszer két moduljának, a raktári anyag-eszköz nyilvántartás és gazdálkodás, valamint a bér- és létszámgazdálkodás moduljának ismertetését tűzte ki célul.

2. A jelenlegi raktári anyag-eszköz nyilvántartás nyomonköveti és rögzíti a felhasználások alakulását. Tulajdonképpen két igényt elégít ki:

Egyrészt: lehetőséget nyújt a raktári könyvelés, valamint a raktárakban tárolt anyagok és fogyóeszközök folyamatos számadásának ellenőrzésére. Az analitikus nyilvántartások folyamatos ellenőrzését a gazdálkodás rendje, a kórházi vagyon kezelésének szabályai, megővése és szinttartása indokolja. A számítógépes nyilvántartás módot ad arra, hogy az esetleges, munka közben elkövetett hibákat felfedjük, azok javításáról gondoskodjunk.

Másrészt: a feldolgozások elősegítik a szintetikus nyilvántartások munkáját, eleget téve mind a kettős könyvvitelből, mind a költségvetési gazdálkodásból eredő elvárásoknak. Az ún. főkönyvi feladatok címszó alatt összefoglalt tablók tájékoztatnak a készletszámlák forgalmáról, felhasználásokról, szállításokról és eladásokról. Alapvetően 4 számlaosztályt érintenek: a 2. készletszámlákat, a 6, 7 költségviselő - költséghely számlaosztályokat és a 3-as számlaosztály vevő és szállító számláit.

A feladat jelenlegi megoldása csupán a nyilvántartás igényeit elégíti ki, nem szolgáltat az intézmény vezetése számára közvetlen uton információt, viszont megfelelő szolgáltatást nyújt a számviteli adminisztráció munkájához. A felhasználók részleges tehermentesítése mellett viszont a felhasználások folyamatos rögzítésével és nyomkövetésével alkalom nyílik egy olyan adathalmaz megteremtésére, amely a szervezés számára hasznos támpontnak bizonyul az egyszerű nyilvántartás gazdálkodássá történő továbbfejlesztésében. A keletkező adatállomány alapul szolgálhat továbbá a költséggazdálkodás megteremtésére, a kórház valamennyi költséghegyére kiterjedő gazdasági-pénzügyi adatnyilvántartás és feldolgozás megvalósítására.

3. Az anyag-fogyóeszköz gazdálkodás számítógépes feldolgozásának feladatai a következők:

- a készletek analitikus nyilvántartása a könyvviteli rendszernek megfelelően,
- főkönyvi szintetikus könyvelés követelményeinek kielégítése,
- anyag-eszköz készlet és felhasználási normák kialakítása, rendszeres karbantartása,
- készletek figyelése, rendelések előkészítése,
- rendelések, rendelés visszaigazolások és teljesítések nyilvántartása,
- statisztikai feldolgozások és egyéb adatszolgáltatások, és legvégül az
- anyag-eszköz nyilvántartás és gazdálkodás komplex gépesítése.

A feladatok közül az első kettőt oldottuk meg. A rendszer további fejlesztése feltételezi egy hosszabb időszakra eső forgalmi állomány létrejöttét és sokoldalú statisztikai vizsgálatát. A folyamatos felhasználásokról készült statisztikai kimutatások szolgálnak alapul a készlet normák, felhasználási normák kidolgozásához, amelyek azután lehetőséget nyújtanak a gazdálkodás hatékonyabbá tételére. A normák megállapítása természetesen nem lehet végleges, rendszeres adatgyűjtést, folyamatos karbantartást követel, amely a rendszer rugalmasságát hivatott biztosítani.

A normák megállapítása a gazdálkodás szakembereinek feladata. A számítógép csupán segítséget nyújt a nagyvolumenű forgalmi adatok statisztikai feldolgozásával.

A rendszerfejlesztés fontos része, a kórházi anyagfogyóeszköz törzsállomány létrehozása. A jelenlegi törzsállomány nem tartalmazza az egyes cikkek megnevezését. Azonosításuk a cikkszám segítségével történik. A jelenlegi cikkszám-rendszer nem felel meg a követelményeknek, mivel tulajdonképpen egy folyamatos sorszámozás, amely kiegészül egy raktári elhelyezésre utaló számjeggyel. Így az egyes cikkek azonosítása cikkszám alapján még azok számára is nehézkes, akik megfelelő anyagismerettel rendelkeznek és a kódon keresztül is sokszor találkoznak az egyes cikkekkel. A törzsállomány létrehozásához egy új kódrendszert dolgoztunk ki, amely egyrészt az Ipari Termék Jegyzéken alapul, másrészt a beszerzési lehetőségeket figyelembe véve átveszi a szállító vállalat által használt kódszámrendszert.

A törzsadatok közé felvett megnevezés adat a cikk gyors és egyértelmű azonosítását teszi lehetővé azok számára, akik a számítógépes feldolgozásokat használják, és az így nyert információk alapján hoznak döntéseket a gazdálkodási tevékenység hatékonyságára.

4. A továbbiakban a tervezett modul három önálló feladatot megoldó részét ismertetjük: a raktári nyilvántartásokat, a szállítókat és a selejtezést.

Raktári nyilvántartások: részrendszer feladata, a raktári készletek mennyiségi és értékbeni nyilvántartása, azokról főkönyvi feladatok készítése. A készletgazdálkodás első lépéseként kimutatja a készletszintekből eredő eltéréseket, az elfekvő inkurrens készleteket. Év végén elkészíti a következő év nyitókészlet kimutatását mennyiségben, értékben új és régi elszámolóáron, erről főkönyvi feladást készít értékben és elszámolóár különbözetben. A rendszer adatokat gyűjt a rendelési javaslat elkészítésére, figyelembe véve a rendelési ciklusidőt és a szállítási időt.

A szállítások részrendszer: az alábbi feladatokat látja el. A szállítások címszó alatt begyűjtött forgalmi rekordból olyan feldolgozásokat készít, amelyekből

- a gazdálkodás ellenőrizni tudja cikkszámonként a beérkező anyagokat és fogyóeszközöket, tehát figyelemmel tudja kísérni a szállítások teljesítését,

- a könyvelés számlaellenőrzéseket végezhet,
- a gazdálkodás ellenőrizni tudja a szállítási szerződésekben rögzített egységáraktól történő eltéréseket.

A részrendszer a beszerzési árak folyamatos figyelésével, súlyozott gyűjtésével az évenkénti elszámolóárváltoztatások végrehajtását automatizálja.

Selejtezés: az anyag-eszközgazdálkodáson belül a selejtezési részrendszer feladata, a mozgási bizonylatok alapján a selejtezendő tételek összegyűjtése, a selejtezés előkészítése, és a felejtezési eljárás lefolytatása után a kiértékelés és főkönyvi feladások elkészítése.

A selejtezési eljárást megelőzően az összegyűjtött tételekből a számítógép elkészíti a selejtezési jegyzékeket munkahelyenként és cikkszámunként. A selejtezési eljárás folyamán a bizottság bejegyzi a tétel elfogadását, elutasítását vagy az esetleges eladásra javasolt mennyiségeket.

A selejtezés kiértékelése során a selejtezett és eladásra váró tételekről főkönyvi feladás készül, a visszavételezendő cikkel listáján szereplő tételeket pedig a leadó munkahellyel vagy raktárral kell visszavételeztetni.

5. Előadásunkban röviden vázoltuk a jelenlegi nyilvántartási és a tervezett gazdálkodási rendszer feladatait. Az ismertetett feldolgozások bevezetése még korántsem meríti ki az anyag-eszköz gazdálkodás számítógépesítésének lehetőségeit, ezért a későbbiekben a rendszer továbbfejlesztését, az anyag és fogyóeszköz nyilvántartási és gazdálkodási modul komplex gépesítését tervezzük, amely munkákról későbbi előadásainkban kívánunk beszámolni.

Tolna megyei Tanács Megyei Kórház-Rendelőintézete
Szekszárd

Kórházgazdasági alrendszer bér- létszámgazdálkodási modulja

Nagy Julia és Sülyi József

Tavalyi egyik előadásunkban rövid összefoglaló képet adtunk a kórházi működés feltételeit biztosító főfolyamatok rendszeréről.

A feltételbiztosító főfolyamatok a kórházgazdasági alrendszerben zajlanak - szemben az alapvető főfolyamatokkal, amelyek az ápolási-gyógyítási alrendszerben hajtódnak végre.

A folyamatok megvalósításához a rendszerelemek kapcsolódnak.

A feltételbiztosító folyamatok megvalósítói a statikus rendszerelemek.

Az anyagon és energián, a technikai eszközökön túl a leglényegesebb statikus rendszerelem az ember - a kórház alkalmazottja.

Kitüntetett kapcsolatban áll a szemlélt rendszerrel. Ezért meg kell ismernem viszonyát a rendszerrel, helyzetét, mozgás formáit, a struktúrában elfoglalt helyét.

Ezekről ismeretet a kórházgazdasági alrendszer bér- létszámgazdálkodási moduljának információrendszerén keresztül szerzek.

Intézetünknel az alrendszeren belül másodiknak ezen Bér- létszámgazdálkodási modul szervezése kezdődött meg. Jelenleg a szervezés második lépése fejeződött be: kialakítottuk a modul alapját képező - az intézet jellegének, mint költségvetésből gazdálkodó egészségügyi intézménynek megfelelő adatbázis elméletét, struktúráját és tartalmát.

Előadásomban az adatbázis tervezésénél figyelembe vett tényezők közül a legfontosabbakat és az ezek figyelembe vételével végül is kialakított struktúrát és tartalmát kívánom ismertetni.

Intézeti bér- létszámgazdálkodási modul szervezési célja. A bér- létszámgazdálkodási modul szervezésénél a kórházgazdasági alrendszer számára kitűzött általános szervezési cél mellett olyan gazdálkodási rendszer létrehozását képzeljük el, amely biztosítja a kórház valamennyi költséghelyére kiterjedő gazdasági-pénzügyi nyilvántartást hatékonysági mutatók képzésére alkalmas módon és a gazdasági döntésekhez megfelelő minőségű adatokat bocsát a felső szintű vezetés rendelkezésére. Ezen általános célkitűzésen túl speciális szervezési feltételeink a következők voltak.

1. A modul megfelelő módon kapcsolódjon az alrendszert alkotó többi modulhoz és a modulokat átszövő és átfogó, a kórházgazdasági alrendszeren belül a vezetési rendszer funkcióját ellátó költségvetés tervezési és gazdálkodási részrendszerhez.
2. Elégítse ki a kívánt struktúrában a külső szervek adati-gényeit, mint kötelezően előírt szolgáltatásokat, amelyek jogosságának, fontosságának megítélése szervezés szempontjából nem képezett feladatot.
3. A modul szolgáltatson kielégítő információt az intézeti költséghelyenkénti bér- és létszámtervezéshez, elemzéshez, ütemezéshez, és alkalmas legyen a munkavállalókkal kapcsolatos egyedi, eseti adatigények kielégítésére is, szolgáltatassa a létszámmozgást, mint erőforrás-változást.

A következőkben a modul feltételrendszerét alkotó gazdálkodási korlátok, lehetőségek és egyéb jellemző tényezők közül szeretnék néhányat kiemelni.

1.) Adott az intézeti bér- létszámgazdálkodási lehetőségek felső korlátja, mivel a felügyeleti - irányító szervek meghatározzák és költségvetésben előirányozzák azt a bérösszeget, ami a feladatok ellátásához szükséges munkaerő alkalmazásához felhasználható.

További korlátozás, hogy a szakmai feladatok ellátására létesített álláshelyek száma csak felügyeleti engedéllyel változtatható meg, és az álláshelyek engedélyezésével az intézet rendelkezésére bocsátott bérösszegek felhasználási lehetőségei megkötöttek.

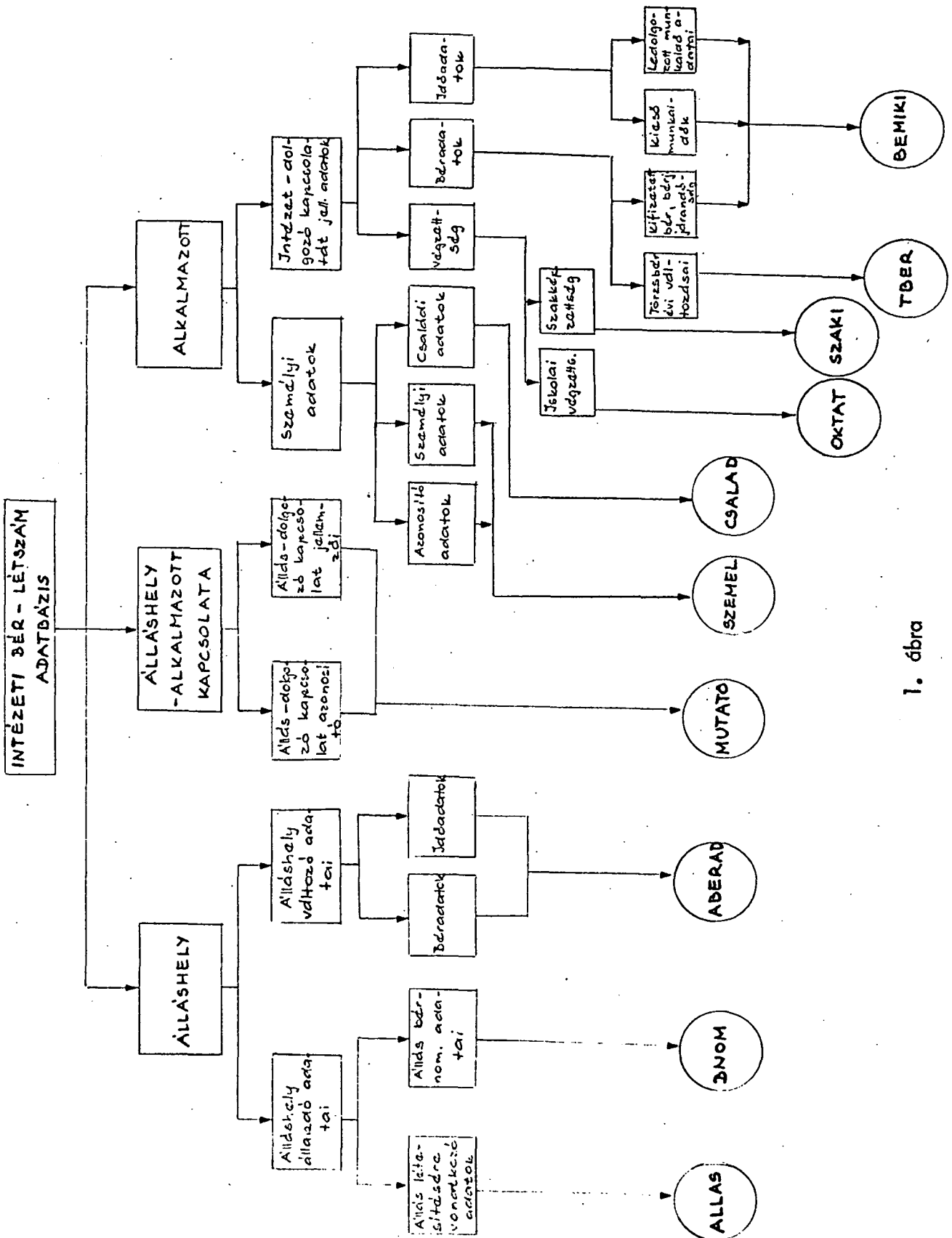
2.) A gazdálkodási korlátokon belül viszont jelentős a gazdálkodási önállóságból következő feladatok nagysága, amely kiterjed a beralap költségvetési tételekre való megosztására, és költséghelyekre való lebontására, a felhasználás időbeli ütemezésére, a szakmai feladatokat ellátókon kívül a szükséges létszám és minőségi összetételének meghatározására, intézeti és költséghelyenkénti bontásban, a létszám- bér-gazdálkodói jogok gyakorlására.

3.) További a szervezés szempontjából az intézeti bér-létszám-gazdálkodást jellemző lényeges körülmény a már előzőekben említett, a szakmai feladatokat ellátók bér- és létszám-gazdálkodása területén érvényesülő kötöttebb gazdálkodásból fakad: nem létesíthető kizárólagos kapcsolat ezen álláshelyek és az álláshelyeket ellátó dolgozók között. Adott álláshelyet főfoglalkozásban ellátó dolgozó ideiglenes távolléte esetén az állást több személy is elláthatja különböző módon, és ideiglenesen az állás esetleg több szakképzetlen dolgozóval is betölthető.

Igy olyan helyzet áll elő, hogy egy álláshely terhére több dolgozó kerül alkalmazásra, illetve egy intézeti dolgozó egy időben több álláshelyet lát el valamilyen módon. Ezen viszonyok pontos figyelemmel kísérése mind a külső szervek adatigényeinek kielégítése, mind az érvényesülő gazdálkodási korlátok miatt igen lényeges. Tulajdonképpen ez az adatbázis strukturális felépítését meghatározó döntő tényező. Azon kérdés megválaszolásában viszont, hogy végül is mi legyen ezen adatbázis konkrét tartalma, meghatározó az volt, hogy a szervezési cél és feltételrendszerből adódó követelmények kielégítését úgy láttuk biztosítottnak, ha az adatbázis a bér- létszám-gazdálkodás két alapelemének, mint az álláshely adott feladatokkal és a dolgozónak valamennyi, a gazdálkodás szempontjából fontos, jellemző adatát tartalmazza az alapelemek szintjén. Ez teszi lehetővé, hogy bármely időpontban a kívánt összetételben a felhasználói igények kielégítők legyenek.

A bér- létszám-gazdálkodás adatbázisának strukturája és tartalma (lásd 1. ábra).

A szervezési célok megvalósítása érdekében ezért az előzőekben vázolt tényezők részletes elemzése alapján olyan adatbázis számítógépes strukturát alakítottunk ki, amelybe a hagyományos bér-létszám-gazdálkodási nyilvántartási rendszerrel szemben a kórházi in-



1. ábra

tézeti jelleggel számolva, megkülönböztetett szerepet kapnak a dolgozók mellett maguk az álláshelyek is. Ezért az adatbázison belül külön adatállományokba szerveztük az álláshelyeket kizárólagosan jellemző adatokat.

Az álláshelyek jellemző adatainak különvételét szervezési szempontból még az tette indokolttá, hogy az álláshelyek stabilabb, ritkábban változó alapelemei az adatbázisnak, míg az álláshelyeket ellátó dolgozók adatai a viszonylag jelentős mértékű fluktuáció és intézeten belüli munkahelyváltozás miatt változóbb alapelemei az adatbázisnak.

Igy a kialakított adatbázis alapvető váza egy hármass csoportosítású adatállomány rendszer, amelyen belül

- az adatállományok egy meghatározott csoportja az álláshelyek adatait tartalmazza,
- az adatállományok másik csoportja az intézeti dolgozók adatait,
- és az adatállományok egy harmadik csoportja tölti be azt a szerepet, hogy nyilvántartja a változó és esetenként többirányú álláshely - dolgozó kapcsolatokat és a kapcsolatokat jellemző adatokat, tehát a láncállomány funkcióját tölti be.

Az álláshely adatait is három adatállományba rendeztük:

1. Egy adatállomány tartalmazza az álláshely alapítására vonatkozó adatokat - az azonosításra szolgáló részekén kívül - mint létesítés időpontja, létesítő szerv által álláshelyre engedélyezett bér, állástípus, mely osztályon található, ki a bérgazdálkodója.

2. Egy másik adatállomány tartalmazza az álláshelyen felhasznált bér összegét, bértételenkénti és havi bontásban, és időadatokat arra vonatkozóan, hogy adott időtartam alatt mennyi ideig volt az álláshely betöltött és betöltetlen.

3. A harmadik adatállomány egy inverz file, amely a bérnomenklatura adatok nyilvántartására szolgál oly módon, hogy adott bérnomenklatura adatokhoz kapcsolja az ilyen jellemzőkkel rendelkező valamennyi álláshelyet, tekintettel arra, hogy több álláshely rendelkezik azonos adatokkal.

Az intézeti dolgozók adatai 3x2, tehát hat adatállományba lettek csoportosítva.

1. Egy adatállományba kerülnek azok az adatelemek, amelyek a dolgozó viszonylag állandó adatait tartalmazzák, vagy az adott intézettel való kapcsolatára ugyan nem tartalmaz lényeges információkat, de nyilvántartásukra különböző statisztikai információkérések kielégítése miatt szükség van, mint

- a dolgozók azonosítására szolgáló személyi adatok,
- a korábbi és jelenlegi munkaviszony létesítéseire vonatkozó adatok,
- és egyéb olyan adatok, amelyek a dolgozó tömegszervezeti tagságára, politikai, iskolai végzettségére stb. vonatkoznak.

Külön adatállományba kerültek a családpótlék nyilvántartását és elszámolását biztosító adatok, mivel nem minden dolgozó rendelkezik ilyen jellegű adatokkal, ezért szükségtelen valamennyi dolgozónál erre a célra helyet fenntartani.

2. Egy adatállomány tartalmazza az intézeti dolgozók iskolai végzettségeit és külön adatállomány a szakképzettségeit, hasonló felépítésű file-ban, mint a bérnomenklatura adatokat nyilvántartó file. Adott iskolai végzettséghez, illetve adott szakképzettséghez rendelődnek hozzá az ilyen végzettséggel rendelkező valamennyi dolgozó azonosító mezői. Azért volt célszerű ilyen felépítésű file létrehozása, mert több intézeti dolgozó rendelkezik azonos szakképzettséggel vagy iskolai végzettséggel, és emellett a dolgozók igen változó számú szakképzettséggel rendelkeznek.

3. Az ötödik adatállomány tartalmazza az intézeti dolgozók aktuális törzsbér adatait alapbér és alapbér jellegű pótlék címenkénti bontásban, valamint ezen törzsbérben tárgyévben bekövetkezett változások adatait a változási okok szerinti bontásban.

A hatodik adatállomány a munkavállalók tényleges bér- és időadatait tartalmazza havi bontásban. Ezen belül részletes nyilvántartást ad a dolgozó valamennyi bérjellegű járandóságáról és jutalmáról jogcímenkénti bontásban, ledolgozott munkaidejéről, ezen belül túlórákról, ügyeletekről, kieső munkaidejéről, a távollét oka szerinti részletezettségben.

A harmadik típusu adatállomány, ami tehát a kapcsolatok nyomkövetésére szolgál, a kapcsolatazonosító adatmezőkön kívül tartalmazza:

- hogy az adott, az álláshelyhez kapcsolt dolgozó munkavégzés szempontjából aktív-e vagy sem,
- milyen jellegű munkaviszonyban látja el az állást és mennyi munkaidőben,
- mi volt az állásra kerülés időpontja, s ha van ilyen, mi az állásbetöltés várható végének időpontja.

Megemlítendő még, hogy az intézeti munkaviszonyukat megszüntető dolgozók adatai közül néhány, és a távozás módjára, idejére vonatkozó adatai egy ideig megőrzésre kerülnek, és ezért ezek az adatok egy külön adatállományba kerülnek kimentésre.

Az adatállományok között - a logikai kapcsolatok alapján - láncolási technika alkalmazásával fogjuk majd a szükséges fizikai kapcsolatokat létrehozni.

A bér- és létszámgazdálkodási modul szervezésének második lépéseként megtervezett adatbázis előnyeként említhető meg, hogy a feldolgozási programrendszerek viszonylag függetleníthetők lesznek az adatállományok szerkezetétől, mivel kialakításukra alapvetően nem feldolgozás orientáltan került sor.

A rendszer 1978-ban kerül bevezetésre.

Összefoglalva tehát, a megtervezett bér- létszámgazdálkodási adatbázis eleget tesz azon követelményeknek, hogy

- nyomon követi az álláshelyek és dolgozók változó kapcsolatát,
- pontos információt nyújt a bérmegetakarításokról a bérmaradvány keletkezésének helye, ideje és összege szerinti részletezettségben,
- a bérfelhasználások összegéről, időbeli üteméről bérkifizetési jogcímek, költségvetési tételek és szervezeti egységenkénti bontásban,

- az elrendelt összetételben kielégít valamennyi külső szerv felé történő adatszolgáltatási kötelezettségből fakadó igényt,
- lehetőséget ad az intézeti dolgozókra és állóhelyekre vonatkozó eseti, bármely időpontra vonatkozó lekérdezésre,
- mindezek mellett ez a nyilvántartási rendszer biztosítja olyan adathalmaz gyűjtését is, amely az ugyancsak 1978-ban kidolgozásra kerülő költségvetés tervezési és gazdálkodási részrendszernek is megfelelő alapot ad.

Ennek a költségvetés tervezési és gazdálkodási részrendszernek kell majd az általa szolgáltatott költségadatok alapján, a lezajló folyamatok költségvetületi elemzésével elősegíteni az intézet rendelkezésére bocsátott költségvetési előirányzat közgazdaságilag is megalapozott tervezetek készítését és intenzív gazdálkodását.

Az ezen a téren elért eredményeinkről későbbi időpontban kívánunk beszámolni.

Irodalom

- (1) Munka és bérügyi kézikönyv (Egészségügyi és szociális intézmények részére), K.J.K. Budapest, 1971.
- (2) Siklady: Management modul rendszer.
- (3) Tóth: az IBM adatbank-kezelő rendszerei.
- (4) Tm. Tanács Megyei Kórház-Rendelőintézet Szekszárd Bér- és munkaügyi osztály szervezeti-működési szabályzata.

SZOTE I.sz. Sebészeti Klinika és SZOTE Központi Laboratórium
Számítástechnikai Központ

Operált szívbetegek ambuláns kontroll rendszere R-10-es számítógépen

Matievics Istvánné és Felkai Béla

1. A Szegedi Orvostudományi Egyetemen 1974-ben kezdtük meg annak a számítógépes programnak a kidolgozását, amely operált szívbetegek adatbázisának kezelésére és a betegek esedékes ambuláns kontroll-időpontjainak figyelésére és kijelzésére alkalmas. Az első programok 1974-ben még a CII-10010-es számítógéppel üzemeltek, 1976-tól kezdve pedig R-10-es számítógépen folyik a programrendszer kifejlesztése. A rendszerterv elkészítésénél figyelembe kellett vennünk a SZOTE R-10-es számítógépének hardware és software adottságait.

Előadásunkban a rendszer általános felépítésének, a működés és tervezés alatt lévő részének ismertetésével foglalkozunk.

1.1. A programrendszer feladata

A rendszer tervezése során meghatározott céloknak megfelelően a programrendszernek az alábbi fő feladatoknak kell eleget tennie:

- az operált szívbetegek nyilvántartása, általában: a klinikai adatbázis kezelése,
- a betegek klinikai állapotának és rehabilitáltságának követése, a változások rögzítése, és állapotromlás esetén egy megadott határra vonatkozó figyelőszolgálat teljesítése,
- a megadott, és a beteg állapotától is függő időintervallumokban ambuláns kontroll vizsgálatra esedékes betegek listájának kinyomtatása, és más esedékes tennivalók kijelzése, esedékeségi dátumok figyelése,
- egyéb beteglisták készítése, különböző megadott szempontok alapján,
- a műtéti várakozási lista kezelése (a congenitalis vitiumosok csoportjában),

- a pacemaker-csoportban a betegek számára a teleptípustól függő ellenőrzési tervet (időpontokat) és utasításokat tartalmazó levél elkészítése,
- betegcsoportonként a csoport állapotát jellemző statisztikai számítások elvégzése rendszeres időközökben (évente),
- "naprakész" rövid statisztikai kivonatok készítése,
- epidemiológiai adatszolgáltatás a szívbetegek néhány kiválasztott csoportjában,
- prognózisok készítése.

2. A programrendszer általános leírása

2.1. Input anyag struktúrája

A nyilvántartandó betegeket betegség- és műtéti típus szerint csoportosítottuk. A betegek ellenőrzése során felvett adatokkal bővül egy rekord. Az adatok egységes kezelhetőségéért minden csoportra (a továbbiakban törzsfile-ra) közös rekordstruktúrát alakítunk ki, a mágnesszalagos törzsfile-ok fix hosszúságú rekordokból állnak.

2.2. A programrendszer felépítése

A programrendszer fő részei a következők:

1. változás file előállítása
2. törzsanyag aktualizálása
3. törzsanyag tartalmi ellenőrzése
4. feldolgozás előkészítése
5. feldolgozás.

Az első három rész minden törzsfile-ra ugyanazzal a programmal valósul meg. A törzsfile-ok aktualizálása időszakosan történik, lehetőség van egyszerre több törzsfile aktualizálására, ellenőrzésére. A törzsfile-okat ugyanazon a mágnesszalagon tároljuk.

A feldolgozást egyszerűsíti a nem egy, hanem több törzsfile használata. A programrendszert alkotó programok assembly és FORTRAN nyelven készültek.

2.3. A programrendszer fő részeinek funkciói és rövid ismertetése

2.3.1. A változás file-t előállító program funkciója a lyukszalagon megadott változás-rekordok formai ellenőrzése, hibalista készítése, a változás-file előállítása. A program a paraméterkártyákkal definiált lyukszalagról beérkező új rekordokat és a régi rekordok módosítását formailag ellenőrzi, hibalistát készít, a jónak talált rekordokat paramétertől függő módon átkonvertálja, közös struktúrára hozza és diszken kialakítja a változás file-t, melyről listázás történhet. A változás file bővíthető.

2.3.2. A törzsanyagot aktualizáló program funkciója a változás file rendezése, a változás file és a törzsfile-okból az új törzsanyag előállítása.

A törzsfile-ok módosítása a rendezett változás file alapján történik, a program végrehajtja az új rekordok beszúrását, régi rekordok bővítését, javítását, törlését. A javított törzsanyag új mágnesszalagra kerül, melyről listázás történhet.

2.3.3. A törzsanyag ellenőrző program funkciója a paraméterkártyákkal kijelölt törzsfile-ok rekordjainak tartalmi ellenőrzése, hibalista készítése. Adathatárok közé esésen kívül bizonyos adatok monotonitására is ellenőrzünk (pl. a később érkezett adatok között szereplő dátumok nagyobbak-e az őket megelőzőeknél).

2.3.4. A feldolgozást előkészítő program funkciója egy törzsfile rekordjainak transzformálása.

A program egy törzsfile rekordmezőinek olyan transzformálását végzi el, amely megkönnyíti a feldolgozó programok elkészítését. A transzformált file-ból veszik a tényleges feldolgozó programok az adatokat (pl. egy transzformált rekordban tárolunk olyan kiszámított mennyiséget, melyre több feldolgozó programnak szüksége van, így pl. hogy a betegeknek hány éves korában volt az első műtété, vagy pl. a beteg jelenleg milyen klinikai állapotban van).

Ezt a transzformálást törzsfile-onként külön program végzi.

2.3.5. A feldolgozó programok a transzformált törzsfile-ból a lekérdező, listázó, egyszerű statisztikai számításokat végző, csoportosító, nyomtató funkciókat látnak el.

3. A törzsfile-ok

A rendszert 10 betegcsoportra terveztük, de szükség esetén a törzsfile-ok száma, illetve az adatlap bővíthető.

A törzsfile-ok:

- | | |
|------------------|--|
| 1. C | congenitalis vitiumos csoport, nem operált (és a cong.vitiumos betegek Csongrád megyei epidemiologiai figyelőszolgálat), |
| 2. OP.C | congenitalis vitiumos csoport, operált, |
| 3. POP.MS | mitralis stenosis csoport, zárt, palliatív op., |
| 4. EBR | nyitott billentyű restructio csoport, |
| 5. MÜB.M (M+A+T) | mitralis és mitralis+aorta+tricuspidalis vitiumos csoport, műbillentyű műtétek, |
| 6. P.A | aorta stenosis csoport, commissurotómia, |
| 7. MÜB.A | aortavitiumos csoport, műbillentyű műtétek, |
| 8. PM | pacemaker csoport, |
| 9. ÉSC | érműtétek, - coronaria, |
| 0. ÉSP | érműtétek, - peripheriás. |

A betegek - ismételt műtét esetén - átkerülhetnek az egyik törzsfile-ból valamely másikba, pl. a 3.-ból a 4.-be, vagy az 5. törzsfile-ba (mitralis stenosis zárt műtéte után nyitott billentyű restructio, vagy műbillentyű beültetés lehet a 2. vagy a 3. műtét).

Jelenleg két törzsfile-al, a nem operált congenitalis vitiumos csoport, illetve a Csongrád megyei epidemiologiai figyelőszolgálat (1) és a pacemaker csoporttal (8) működik a rendszer R-10-es számítógépen. Amíg a programrendszer fejlesztése nem fejeződik be, addig a 3., 5., 6. és 7. törzsfile-ok kezelésére (a zárt mitralis stenosis műtétek, a mitralis+aorta+tricuspidalis műbillentyű műtétek, az aorta stenosis palliatív műtéte és az aorta műbillentyű műtétek csoportjaiban) a CII-10010-es számítógépen kidolgozott programokat használjuk.

4. A rendszer funkciói és szolgáltatása

4.1. A rendszer tervezésében elsődleges célunk az volt, hogy egy nagy létszámú csoport betegeinek esedékes ambuláns kontrolljainak időpontjáról és más, esedékessé váló tennivalóról automatikusan informá-

ciót kapjunk. Ez különböző nullaidőpontok (műtéti időpontok), betegség- és műtéti típusonként különböző kontroll időintervallumoknak nyilvántartását, rendszeresen ismétlődő számítását és kinyomtatását jelenti. Ez valamennyi törzsfile-ra vonatkozó közös feladat.

4.1.1. Az esedékes kontroll-listákat (névvel és postacimmel) negyedévenként kapjuk, törzsfile-onként (tehát betegség- és műtéti típusonként) csoportosítva. A listák az esedékes kontroll hónapját jelzik, ennek alapján jelöljük ki az ellenőrzés napját és postázzuk az értesítést a beteg címére.

4.1.2. A program ugyan - előre meghatározott sémák szerint - automatikusan irányítja a betegek ambuláns ellenőrzési rendjét, de bármikor lehetőség van a beavatkozásra: a beteg aktuális állapotától függően "kézi irányítással" megváltoztatható a kontroll intervallum.

4.1.3. A rendszer funkcióinak egyike tehát az, hogy időpontokat (intervallumokat és dátumokat) figyel és jelez:

- az esedékes ambuláns kontroll idejét,
- a pacemaker csoportban az EKG vizsgálatok időpontjait,
- az esedékes pacemaker telepcsere idejét,
- a congenitalis vitiumos törzsfile-jában a megfelelő életkorban esedékes klinikai diagnosztikai vizsgálatok idejét,
- a congenitalis vitiumosok műtéti listáján pedig azt, hogy a beteg az optimális műtéti életkorban van-e, mikor éri el azt, és azt is, hogy kik vannak már túl az optimális műtéti életkoron.

A fentiek egyuttal "utasítás" funkciót is jelentenek.

4.1.4. Utasítás funkciója van - a betegek és az egészségügyi ellátás részére - annak a levél formulának is, amely a pacemaker implantatio után készül a betegeknek. A program elkészíti a teleptípusoktól függő ellenőrzési tervet (az EKG vizsgálatok időpontjait kiszámítja, tájékoztat a várható telepcsere időpontjáról), és általános utasításokat tartalmaz a beteg számára.

4.1.5. Negyedévenként rövid statisztikai kivonatok is készülnek: így folyamatos, "naprakész" tájékoztatást kapunk betegség- és műtéti típusonként

- az aktuális beteg-élettartam adatokról,

4.6. Nagyon fontosnak tartjuk a rendszernek azt a tulajdonságát, funkcióját, hogy az egyének sorsa is figyelemmel kísérhető. A rendszer képes figyelni azt, hogy minden regisztrált beteg a kellő időben a szükséges ellátásban részesüljön: a congenitalis vitiumos betegek diagnózisának biztosítása és a műtéte idejében megtörténjen, az ismételt műtétek, pacemaker telepcserék kellő időben történjenek, egyetlen beteg ellenőrzése se maradjon el, s minél többet teheszünk az operált betegek kezelésének, életvezetésének irányítása érdekében.

5. Összefoglalás

R-10-es számítógépen fejlesztett, működő programrendszert ismertettünk.

A rendszer automatikus irányítási rendszer funkciókkal is rendelkezik és alkalmazható minden olyan betegcsoport ellenőrzésére, akik valamely - flexibilis - séma szerint aktív ambuláns ellenőrzést igényelnek.

A számítógépes programrendszer operált szívbetegek adatbázisának egy mintája is, speciálisan: a szívbetegek bizonyos kategóriáit magában foglaló egészségügyi információrendszer. Az adatbázist úgy terveztük, hogy az alkalmas a betegek (és a betegcsoport) sorsának követésére, illetve leírására, adatokat szolgáltat az operált szívbetegek rehabilitáltságáról, és epidemiológiai információkat is tartalmaz.

A congenitalis vitiumos betegcsoportból egy modellterületen, Csongrád megyében, egyuttal számítógépes congenitalis vitium-regiszttert alakítottunk ki, és egy olyan program-minta kidolgozását kísértük meg, amellyel egy adott terület egészségügyi ellátottságának bizonyos mennyiségi és minőségi jellemzői is ellenőrizhetők, tehát vezetési feladatokhoz ad segítséget.

MTA SZTAKI és Országos Kardiológiai Intézet Szervezési és
Módszertani Osztály

Az Infarctus Regiszter működése számítógépes rendszerrel

Ratkó István, Csukás Andrásné, Jánosi András és Gyárfás Iván

1. Bevezetés

Hazánkban az akut myocardialis infarctus (AMI) következtében elhaltak az összhalálozás több mint 10 %-át teszik ki (1). Az AMI gyakorisága és rokkantságot okozó hatása az aktív kereső életkorban, e betegség elleni küzdelmet még sürgetőbbé teszi (2,3). Ennek első lépéseként az Országos Kardiológiai Intézet megszervezte az infarctus regisztert. Az 1970-ben elkezdett felmérés 1971. december végén zárult, az egyéves utánvizsgálat pedig 1972-ben. Az adatfeldolgozást csak ezt követően tudtuk elkezdeni 1973-ban, így az eredmények az adatgyűjtés megkezdése után 4-5 évvel álltak csak rendelkezésünkre. Mivel az infarctus regiszter operatív nyilvántartás, és a döntés előkészítésben van jelentősége, a visszajelentés lassúsága az egészségügyi szolgálat hatékonyabb működését gátolja.

Az infarctus regiszter adatainak kézi tárolása nehézkes a terület egészségügyi szakemberei számára, így a rendszeres adatszolgáltatás csak igen nagy adminisztratív apparátussal lenne megoldható. Ez tette szükségessé az infarctus regiszter számítógépes rendszerének kidolgozását. Ennek célja, rendszeres adatszolgáltatással az egészségügy vezetőinek tájékoztatása mellett, a körzeti orvosok segítése az infarctusos betegek gondozásában.

2. Módszer

Az infarctus regiszter a IX., X., XVII., XVIII., XIX. és XX. kerületben működik. Ezen kerületekben az infarctus regiszter munkatársai nyilvántartásba vesznek lehetőleg mindenkit akut myocardialis infarctussal és annak gyanújával, valamint a hirtelen, váratlanul elhunytakat.

Az információ forrásai: körzeti-, üzemorvosok, mentőszolgálat, kórházak, kórbonctani osztályok, Törvényszéki Orvostani Intézet, kerületi tanácsok anyakönyvi hivatala, s egyéb lehetőségek (4).

Ennek megfelelően egy-egy személyről több bejelentés is érkezhet. A bejelentés alapján kitöltésre kerülő bejelentő lap bekerül a számítógép BL file-jába, ahol sorszámot kap. A számítógép ezt követően a file-ba felvett személyekről az alábbi listákat htenként elkészíti:

1. Kórházanként rendezett lista, mely a bejelentő lap alapján, a regisztráló orvos számára megjelöli, hogy az alapvizsgálati lap (AL) kitöltését hol végezze el. Ugyanakkor azt is jelzi, hogy kikről kéri az AL elkészítését és beküldését (1. ábra).

2. A lenyomozandók listája: az azonos nevű, de más lakcímű betegeket tartalmazza, megfelelő identifikáció céljából.

3. Névssor szerinti lista (1. ábra) elősegíti a több forrásból bejelentett betegek azonosítását.

A bejelentett személy mindaddig benn marad a BL file-ban, amíg AL-ja meg nem érkezik, vagy míg ki nem derül róla, hogy valamilyen okból nem regisztrálandó. Az AL-on fel kell tüntetni az illető BL file-ban megadott sorszámát vagy sorszámait (ld. 1. ábra), mert ezen sorszámok alapján történik az AL-pal rendelkező személyek törlése a BL file-ból. Megjegyezzük, hogy olyan eset is előállhat, hogy egy személy AL-jának megérkezése előtt újra kórházba kerül, s így "új eset" lesz, vagy, mint már említettük, esetleg nem kell róla AL-ot kitölteni. A fentisorszámnak az ilyen esetek megkülönböztetésénél is fontos szerepe van.

A beérkezett AL-okból alakul ki az AL file, amely minden infarctus gyanús esetet pontosan egyszer tartalmaz, a file-ba kerülők regisztrációs számot kapnak. Az AL file-ban szereplő egyének epidemiológiai diagnózisát a 4. ábra alapján állítjuk fel.

Az alábbi listákat képezzük:

a.) minden körzeti orvos kap egy névsor szerinti listát saját betegeiről (1. ábra)

| Táblanév | Tartalma |
|--------------------------|---|
| Névsor szerinti BL lista | Sorszám,név,nem,lakcim,kor,állapot,kórház,forrás,dátum,BL kitöltés dátuma,bejelentési szám/ennek értéke $k < 9$,ha a beteg BL-ja k hetes;9,ha BL-ja legalább 9 hetes/ |
| Kórházankénti BL lista | Mint az előbbi |
| Körzeti orvosok listája | Regisztrációs szám,név,lakcim,anyja neve,állapota /AMI-ban megbetegedett élők,AMI-val meg nem erősített élők,halottak/,halál időpontja,kórház,kiirási idő,kiiró osztály,klinikai diagnózis,halál oka,felülvizsgálat időpontja |
| Névsor szerinti AL lista | Regisztrációs szám,név,nem,lakcim,születési dátum,állapot,roham időpontja,halál időpontja,epidemiológiai diagnózis |

1. ábra

| | |
|--|---|
| Korcsoport,nem,klinikai diagnózis/410,411-414,többi/ | |
| Nem,klin.dgn.,állapot | Klin.dgn.,felvételi osztály |
| Klin.dgn.,kiiró oszt. | Klin.dgn.,boncolás volt-e/meghaltaknál/ |
| Klin.dgn.,intenzív o. | Meghaltaknál a klin.dgn. és kórbonctan |
| Meghaltaknál a klin.dgn. és halálok/410,411-414,többi/ | |

Mindegyik táblázatban a különböző alcsoportok szerinti százalékok is szerepelnek.

Kórházankénti statisztika táblázatai

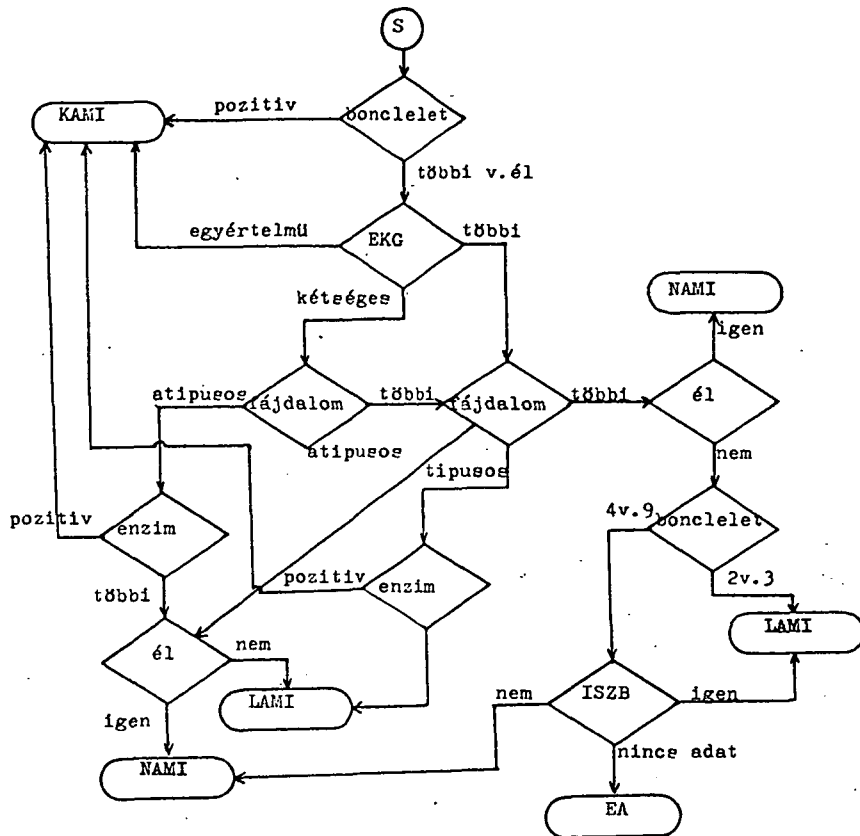
2. ábra

| | |
|--------------------------------------|--|
| Nem,kórház | Nem,kor,vegyes/klin.dgn.vagy halálok/ diagn. |
| Vegyes dgn.,halál be- következése | Vegyes diagnózis,hanyadik infarktus |

Mindegyik táblázatban a különböző alcsoportok szerinti százalékok is szerepelnek. A 2. táblázatban a kórházban nem ápoltságok is benne vannak 0 kórházkóddal

Területenkénti statisztika táblázatai

3. ábra

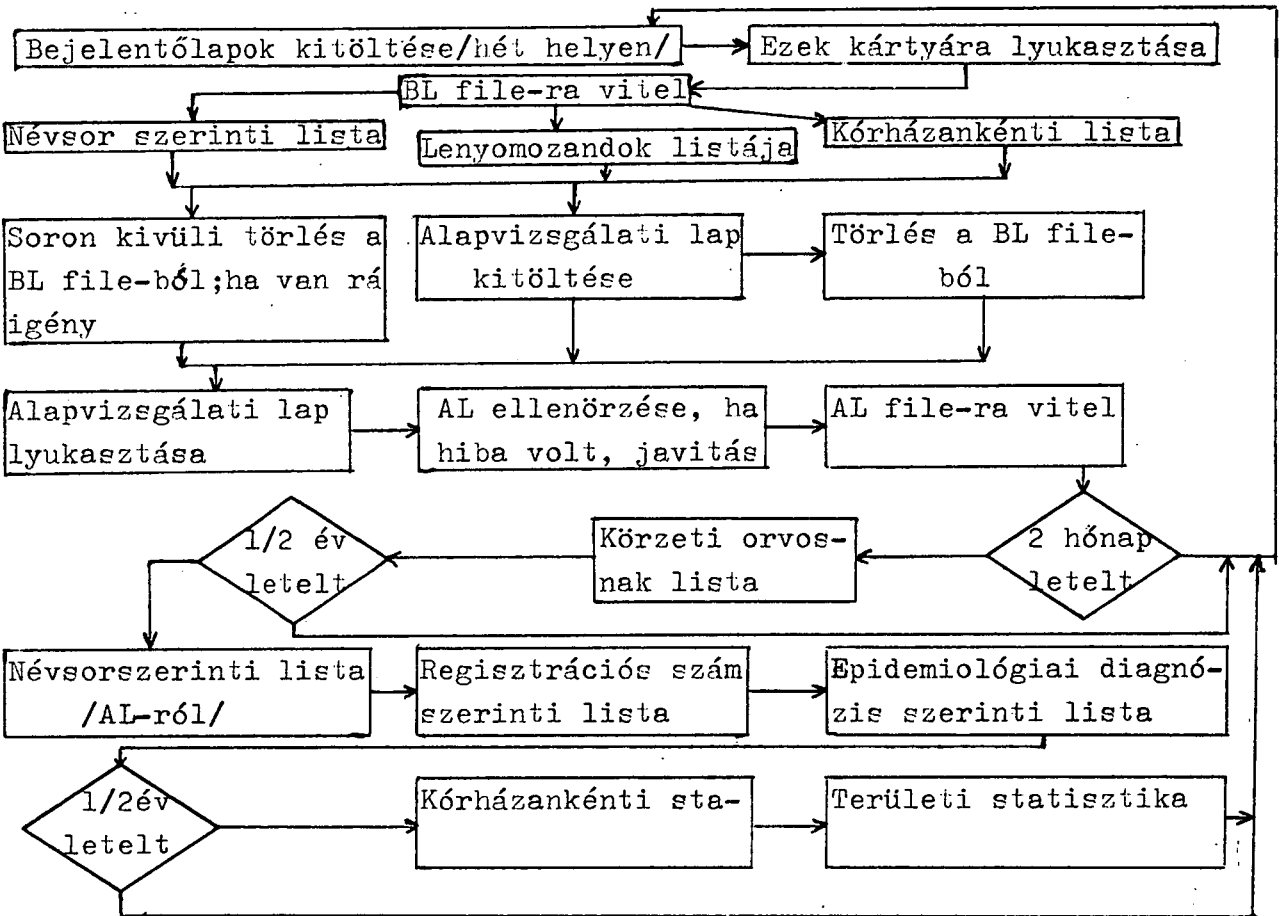


Az epidemiológiai diagnózis döntési diagramja

4. ábra

- b.) névsor szerinti lista (1. ábra)
- c.) regisztrációs szám szerint rendezett lista
- d.) epidemiológiai diagnózis (azon belül névsor) szerinti lista.
- e.) kórházankénti statisztikák (2. ábra)
- f.) területenkénti statisztikák (3. ábra).

Az egész folyamatot leíró diagram az 5. ábrán látható.



Az IR kialakításának blokkdiagramja

5. ábra

3. Az IR létrehozásának néhány számítástechnikai vonatkozása

(i) A táblázatokat adó programok COBOL, a statisztikai számításokat végző programok FORTRAN nyelven íródtak. A futtatásokat az MTA CDC-3300-as gépen végeztük. A programok megírásakor arra törekedtünk, hogy azok más gépeken is - nem lényeges változtatások után - futtathatók legyenek.

(ii) A BL és AL file, valamint az általuk szolgáltatott listák felhasználói szempontból vett gyors kezelhetősége beváltotta a hozzájuk

fűzött reményeket. Ehhez a szokásos mutatók rendszerét és egyéb COBOL fogásokat használtunk fel. Vagyis elemi eszközökkel létrehozható egy jól használható regiszter. Éppen ezért

(iii) úgy véljük, hasonló regiszter kialakítása szélesíthető lenne: mind területileg, mind betegséget illetően. Ennek esetleges "betegségtől független" megalkotását is elképzelhetőnek tartjuk.

(iv) Egy beteg rekordja 199 karaktert tartalmaz. Egyes táblázatok készítéséhez nincs szükség a rekord minden karakterére. Az ilyenkor szokásos válogatási technikát (ld. pl. (5) vagy (6)) mégsem alkalmaztuk. Belátható ugyanis, hogy most nem érdemes használni (kevés adat, néhány táblázat).

(v) A felhasználó és a gép között interaktív kapcsolat alakul ki. Ez az alábbiakban nyilvánul meg:

1. BL file-ban a felhasználó AL-tól függetlenül is, bármikor törölhet rekordot,
2. az AL file-ban akármikor javítások végezhetők
3. időtől függetlenül kérhető lista, ill. AL vagy egyéb javítani való
4. a rendszer bizonyos paraméterei változtathatók.

(vi) 1000 eset feldolgozása által igényelt gépidő: 20-22 perc, a BL file-ról való törlés, ill. BL file-ra vitel heti 2,5 - 3 perc.

4. Tapasztalatok

Az immár 7 éve működő infarctus regiszter program gépi rendszerének kidolgozása után a következő előnyöket tapasztaltuk:

- 1/ a nyilvántartás adminisztrációját nagymértékben lecsökkenti,
- 2/ a nyilvántartás pontosságát fokozza, állandó ellenőrzés biztosításával,
- 3/ jobban áttekinthetővé és könnyebben kezelhetővé teszi a nyilvántartást,
- 4/ rendszeres visszajelentéssel nemcsak a nyilvántartást javítja, hanem módot nyújt gyorsabb beavatkozásra,
- 5/ szükség esetén megfelelő információk a megszabott időpontokon kívül is gyorsan elkészíthetők.

5. További tervek

(i) Rendszerünkben - éppen a beteg és az orvos közötti kapcsolat érdekében - a beteg nevére és lakcímére szükség volt. Mindkettőre 30 karaktert hagyunk. A feldolgozott anyag megnövekedése lehetővé teszi a név és lakcím hosszának figyelését. Ezen maximumok figyelembe vétele helytakarékosság elérését eredményezheti, továbbá későbbi feldolgozások kiindulópontjául szolgálhat.

(ii) Regressziós módszerek, idősor analízis, variancia-analízis alkalmazhatóságának, használhatóságának kidolgozása.

(iii) Felülvizsgálati lapok gépi nyilvántartása, azokkal kapcsolatos statisztikai kérdések kidolgozása.

(iv) Az adatok (adatlapok és azok kártyára vitele) szolgáltatása eredményezhet olyan hibákat, melyeket a hibakereső program nem képes kiszűrni. Mennyire befolyásolják ezek a hibák az eredmények megbízhatóságát? Ennek megválaszolása bármilyen számítógépes orvosstatisztikai alkalmazásban alapvetően fontos kérdés.

Irodalom

- (1) KSH: Demográfiai évkönyv, 1975.
- (2) Borsányi G., Kádár T.: Szivinfarktusból megbetegedettek kereső és munkaképességének vizsgálata, Népegészségügy, 55, 1974.
- (3) KSH Statisztikai évkönyv, 1975.
- (4) Gyórfás I., Csukás A-né: Az akut myocardialis infarctus epidemiológiai vizsgálata Dél-Pest lakosságában, Népegészségügy, 56, 1975.
- (5) Csukás A-né, Greff L., Krámlí A., Ruda M.: A kórházi morbiditásvizsgálat számítógépes feldolgozásának tapasztalatai és továbbfejlesztése, 5. Neumann Kollokvium, Szeged, 1974.
- (6) Garádi J., Krámlí A., Ratkó I., Ruda M.: Statisztikai és számítástechnikai módszerek alkalmazása kórházi morbiditás vizsgálatokban, MTA SZTAKI, Tanulmányok, 35, 1975.

SZOTE Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika és SZOTE Központi

Laboratórium Számítástechnikai Csoport

Számítógépes Járóbeteg-nyilvántartási rendszer (I)

Annus János, Huhn Edit és Zalányi Sámuel

A mindennapi munkában felmerülő igények alapján, az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság és a Szegedi Orvostudományi Egyetem között létrejött megállapodás értelmében a rendelkezésünkre álló R-10-es rendszerrel kívánjuk megvalósítani az Egyetem Női Klinikáján a járóbeteg rendelés betegforgalmi adatainak számítógépes feldolgozását, modell jelleggel. Olyan számítógépes járóbeteg-nyilvántartási rendszer kidolgozását tűztük ki célul, amely a későbbiekben számítógépes orvosi információs rendszer alrendszereként működne és lényegi változtatások nélkül más klinika ambulanciája esetén is felhasználható legyen.

A klinika járóbetegrendelése funkcionális szempontból, valamint helyileg is több részből áll. Az általános jellegű ambulancia mellett, speciális családtervezési ambulanciák is működnek, sőt férfiak részére is van járóbetegrendelés.

Mivel az ambulancia jelenti a közvetlen kapcsolatot a klinika és a külvilág között, nagyon fontos, hogy munkája hű tükrre legyen a klinikának, teljes mértékben nyújtsa azokat a lehetőségeket, amelyeket a klinika nyújtani tud. Az ambulancia tevékenységének fontosságát aláhúzza az a tény is, hogy a klinikára kerülő beteget legtöbbször az ambulancián látják először.

Szükséges, hogy az ambulancia szerves része legyen a klinika egészének, szorosan kapcsolódjék a klinika többi részlegéhez. Ez pontos, gyors és közvetlen információ-áramlást tételez fel az egyes részlegek között. Elengedhetetlen olyan betegdokumentációs rendszer, amely egyszerűsége mellett is lehetőséget teremt a megjelent páciensek adatainak utólagos feldolgozására, a fekvőbeteg részlegek adataival való egybevetésre, és kiküszöböli a kettősségeket is. Szükséges az is, hogy az egy személyhez tartozó adatok, függetlenül a keletkezés időpontjától és helyétől, egy helyen és könnyen hozzáférhetőek legyenek.

A klinika ambulanciájának jelenlegi dokumentációs rendszere nem felel meg ezeknek a követelményeknek. Az egyes ambulanciák dokumentációs rendszere egymástól különbözik, minden részlegnek saját rendszere van, részletes ismertetése úgy gondoljuk nem szükséges. Az egyes részlegeken belül és azok között, valamint az ambulancia és a klinika más részei közötti információáramlás igen bonyolult utvesztő. Sok lehetőség van a tévesztésre, nehezen kerülhetők el a kettősségek, a leírt információ könnyen elveszhet, csak az tudja a dokumentációt kezelni, aki már kellő gyakorlatra tett szert. Így ez a rendszer ügyeletben - ami pedig sokszor igen fontos lenne - használhatatlan.

Egyes részlegek megoldották az utólagos számítógépes adatfeldolgozást, ez azonban igen sok munkát igényel, egy részlegben évek óta számítógépes rendszer működik.

Jelenlegi rendszerünk hiányosságait a tervezett számítógépes rendszerrel szeretnénk kiküszöbölni, emellett olyan lehetőségeket is biztosítani az adatfeldolgozásban, információ-szolgáltatásban, amelyek a hagyományos rendszer esetén nem lennének lehetségesek.

Figyelembe véve a készenléti információs rendszerrel szemben támasztott biztonsági követelményeket, nem támaszkodhatunk pusztán a számítógépre. Ezért létrehozunk egy készenléti információs rendszert, amely a hagyományoshoz hasonlóan, írott formában tárolja az adatokat, ehhez kapcsoljuk, off line módon a számítógépes rendszert. Ennek érdekében szükséges az ambulancia hagyományos rendszerét is átszerveznünk.

Az új rendszert a telefonközpont elve alapján kívánjuk kiépíteni, ezt több fázisban valósítjuk meg. Az első fázis első lépcsőjének működése esetén működik a készenléti "hagyományos" információs rendszer és a számítógépbe off-line módon kerülnek az adatok, az archiválás mágnesszalagon történik. Működése esetén módosul, egyszerűbbé válik a klinikán belüli információáramlás. Az összegyűlt információkat a központi kartonozóban tároljuk, ezzel van összeköttetésben a klinika minden részlege és a számítógép is. Mivel egyes kiegészítő részlegek (labor és egyéb diagnosztikus részlegek) ebben a fázisban még nem tartoznak a számítógépes rendszerbe, az ambulancia részlegeivel való közvetlen kapcsolatuk szükséges.

A klinikán való első, és csakis az első jelentkezéskor minden beteg esetében egy A/4 alaku iratgyűjtő dossziét nyitunk. Az iratgyűjtő belső oldalain 1-1 zseb van, ezekbe kerülnek a különböző adatfelvételi lapok, leletek, kórlapok stb. Az öt évnél régebbi lapokról mikrofilmet akarunk készíteni, de ezeket is az iratgyűjtőben fogjuk tárolni. Az iratgyűjtőket elsődlegesen a teljes születési dátum szerint rendezve tároljuk.

Az ambulancia egyes részlegeinek speciális igényeit, az anyagi lehetőségeket, valamint az adatfelvétel és kódolás megkönnyítésének szempontjait is figyelembe véve minden részleg számára külön, speciális adatfelvételi lapot terveztünk. Tekintve, hogy sok olyan adatot is felvesszünk, amely független attól, hogy melyik ambulancián jelent meg a beteg, ún. személyi adatlapot is terveztünk. Ezen állandó személyi adatok, változó személyi adatok és bizonyos, orvosi szempontból kritikus adatok szerepelnek. A személyi adatlapot is csak egyszer, az első jelentkezés alkalmával kell kitölteni. További jelentkezéskor csak ellenőrizni kell, hogy valamely adat közben megváltozott-e.

A kódolt és a részlegvezető orvos által ellenőrzött adatlapok a rendelés végeztével visszakerülnek a központi kartonozóba. Az adatrögzítés a klinikán történik T-100-as telexgéppel, lyukszalagra. Így az eredeti adatlapokat a legrövidebb időre sem kell kivinni a klinikáról, tehát nem kell dupla példányban készíteni. A lyukszalagot naponta küldjük a számítóközpontba. A következő napon a kartonozó két listát kap a számítóközponttól:

1. azok névsora, akiknek adatait a számítógép hibátlanul találta,
2. hibalista: a rendszer nem fogadta el az adatokat.

Ezek javítás után ismét a számítóközpontba kerülnek. A személyi adatlap kitöltése során történik meg a beteg azonosítására szolgáló 12 karakteres azonosító összeállítása az állandó személyi adatokból: teljes születési dátum, a beteg neve, iker voltára vonatkozó adat, eredeti vezetéknévének első két betűje, anyja eredeti nevének első két betűje. Ehhez a 12 karakterhez a számítógép megadott algoritmus alapján egy 13., ún. ellenőrző jeget generál, tehát a végleges betegazonosító 13 karakterből áll. A későbbiekben mindig ennek megadásával lehet az illető betegre hivatkozni. Az azonosító helyes voltát a számítógép a 13. jegy alapján minden esetben ellenőrzi.

Ha a személyi adatlap valamelyik adatában változás áll be:

- megváltozott
- újabb adat jött még hozzá,

akkor azt változásjelentőn közöljük a számítógéppel. A rendszer adminisztrálja ezeket a változásokat, és az új adatokkal előállítja (kinyomtatja) a személyi adatlapot, amelyet az eredeti helyett a beteg dossziéjába helyezünk.

Rendszerünk kidolgozása során mi is szembekerültünk az orvosi szaknyelv, az orvosi fogalmak egységesítésének, kódolásnak problémájával. Az eddigi próbálkozások, rendszerek tanulmányozása után a SZÁMKI (INFELOR) által 1972-76 között kifejlesztett MEDREK rendszer használata mellett döntöttünk.

A rendszer szolgáltatásai:

1. Standard szolgáltatások (kérés nélkül, periódikusan nyújtja a rendszer)

- a.) a személyi adatlap előzőekben említett újragenetálása
- b.) a következő hétre ellenőrző vizsgálatra visszarendelt betegek névsorát elkészíti a rendszer részlegenkénti és napenkénti bontásban
- c.) az ellenőrző vizsgálaton meg nem jelent betegek részére felszólítást készít, előre megadott szöveggel olyan formában, hogy az már postázható is legyen
- d.) az egyes járóbeteg részlegek rutin statisztikájának rendszeres elkészítése

2. Nem standard szolgáltatások: csak a felhasználó külön kérésére nyújtja a rendszer.

- a.) a MEDREK rendszer által nyújtott lekérdezési lehetőségek
- b.) egy adott beteg kórtörténetének szövegszerű elkészítése
- c.) megadott szempontok alapján kiválasztott betegek felszólítása ellenőrző vizsgálaton való megjelenésre.

A szülészeti és nőgyógyászati fogalmak összegyűjtése után a MEDREK fogalomrendszert kibővítettük, ill. néhány kisebb átalakítást hajtottunk végre, a speciális szakterület igényeinek megfelelően.

Rendszerünk számítástechnikai vonatkozásait a következő előadás ismerteti.

SZOTE Központi Laboratórium Számítástechnikai Központ és
SZOTE Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika

Számítógépes járóbetegnyilvántartási rendszer (II)

Huhn Edit, Almási József, Tordai Margit és Annus János

Célunk olyan számítógépes rendszer tervezése és megvalósítása volt, amelyik megfelel az (I) előadásban ismertetett követelményeknek és a felhasználó számára biztosítja az ott felsorolt szolgáltatásokat. Évéggett olyan rendszert terveztünk, amely egy általános célú klinikai információrendszer ambulancia alrendszereként tekinthető.

Rendszerünk működésének hardware feltételei a következők:

R-10-es számítógép 64 Kbyte központi memóriával,
5 Mbyte-os diszk,
3 db mágnesszalagos egység,
konzolirógép vagy alfanumerikus display,
kártyaolvasó vagy lyukszalagolvasó,
132 pozíciós sornyomtató.

Általánosan szólva ASYS nevű rendszerünk különböző tevékenységek végrehajtására képes.

Strukturális szempontból a rendszer tevékenységeit két csoportra oszthatjuk: összetett tevékenységekre és elemi tevékenységekre.

Legyen T a rendszer összes tevékenységeinek halmaza. Egy $T_i \in T$ tevékenységet összetettnek nevezünk, ha előáll

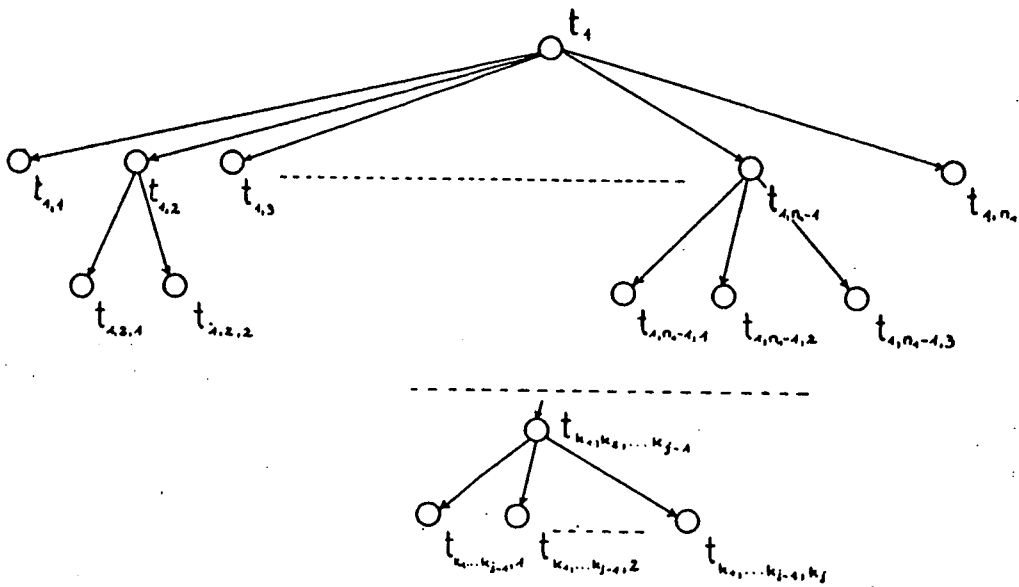
$$T_i = T_{i_1} \vee T_{i_2} \vee \dots \vee T_{i_n} \quad \text{alakban, ahol}$$

$$T_i \neq T_{i_k} \in T. \quad ("V" \text{ logikai vagy})$$

Ellenkező esetben a T_i tevékenységet eleminek nevezzük.

A rendszertevékenységek strukturáját az 1. ábrán feltüntetett irányított gráffal szemléltethetjük.

A TEVÉKENYSÉGEK STRUKTÚRÁJA



1. ábra

Minden rendszertevékenységeknek megfeleltetjük a gráf egy szögpontját. Az elemi tevékenységeknek a gráf olyan szögpontjai felelnek meg, amelyekhez csak negatívan illeszkedő élek csatlakoznak.

A rendszer működése a következő: a felhasználó az alfanumerikus display-n folytatott párbeszéd során, általában több szintes választással határozza meg, hogy a rendszer mely tevékenységét ki-

vánja végrehajtani. Az egymásutáni választások addig tartanak, amíg valamely szinten elemi tevékenységet nem választottunk.

A rendszer valamely elemi tevékenysége általában több program futtatását jelenti, de ezek egymásutániségát a rendszer automatikusan szervezi. Ezek a futtatandó programok vagy a diszk EP könyvtáróban, vagy a rendszer mágnesszalagon találhatók.

A rendszer "VEZÉR" nevű programja az, amely mindezekről gondoskodik. A párbeszéd lebonyolítása és a programok futtatása a következő három file alapján történik:

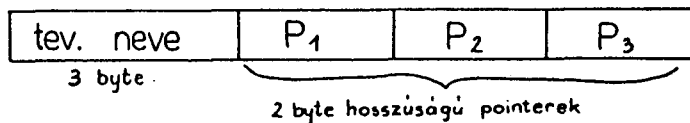
1. TEVKAT-file - a rendszer minden tevékenységéhez tartozik egy rekordja,
2. PROKAT-file - minden elemi tevékenységhez tartozik egy rekordja,
3. SZPUFF-file - minden összetett tevékenységhez tartozik egy rekordja.

A logikai rekordstruktúrát a 2. ábra szemlélteti.

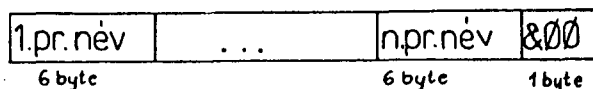
A "VEZÉR" PROGRAM FILE-JAI:

Egy logikai rekord felépítése:

1. TEVKAT-file



2. PROKAT-file

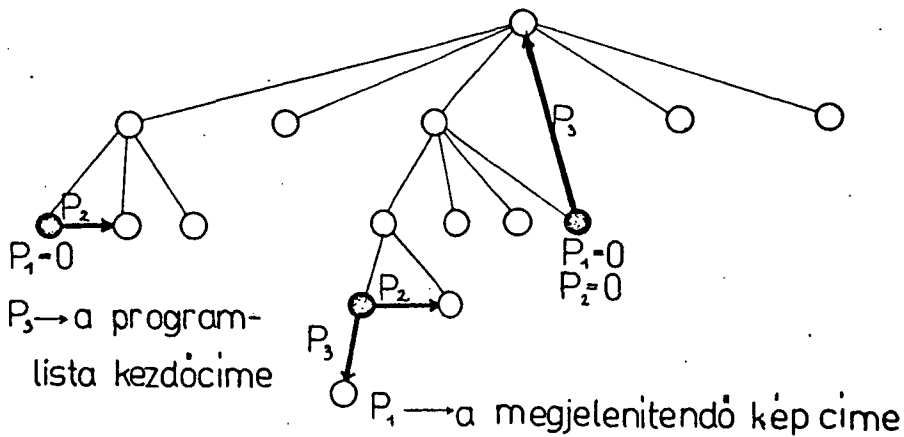


3. SZPUFF-file

A display-n megjeleníteni kívánt információ.
A rekord végét speciális karakter jelzi.

Az ábrán P_i -vel ($i=1,2,3$) jelöltek cím jellegű pointerek, amelyek az 1.-3. file-ok valamelyike egy logikai rekordjának file relatív kezdőcímét adják meg. Ezek segítségével a tevékenység-fa 3. ábrán bemutatott bejárását valósítottuk meg.

A TEVÉKENYSÉG-FA BEJÁRÁSA



3. ábra

Jelenleg az első szinten a felhasználónak a következő választási lehetőségei vannak:

1. rendszergenerálás,
2. adatközlés,
3. archiválás,
4. beteganyag azonosító szerinti visszakeresése,
5. standard funkciók,
6. adatfeldolgozás,
7. vége.

1. Rendszergenerálás: ezen tevékenység választása esetén történhet meg a rendszer-file-ok allokálása és aktualizálása. Megemlítjük, hogy itt történhet a tevékenység fő módosítása (telepítése) is, amennyiben lehetőségünk van új (elemi vagy összetett) tevékenység beültetésére, illetve valamely (elemi vagy összetett) tevékenység törlésére.

2. Adatközlés: e tekintetben a rendszer legfőbb jellemzője, hogy az adatfelvétel kötött szerkezetű adatfelvételi lapokon történik, amely lapok olyanok, hogy rajtuk történhet a felvett adatok kódolása is.

Noha a rendszer "belső" fogalomrendszerét a MEDREK (2-5) fogalomrendszer képezi, az adatfelvételi lapon megengedünk bármely más, ettől különböző kódolási utasítást is, sőt mód van a kódolatlan, mért adatok, valamint szövegszerű információk közlésére is. A kódolt lapokból történik kártyára (vagy lyukszalagra) az adat rögzítés. Ezekből nyilvánvaló, hogy az adatközlés off-line módon történik.

A rendszer a beérkező adatokat adatleíró táblák alapján értelmezi és ahol szükséges, a megfelelő konverziós táblák segítségével elvégzi a MEDREK-be való konvertálást is.

Ezen tevékenység során történik meg bizonyos rendszer-file-ok automatikus karbantartása is.

3. Archiválás: ennek során a beérkezett beteganyagokból a MEDREK rendszer ARCHIV file-jával azonos szerkezetű archiv file-t hozunk létre, amelynek további jellemzője, hogy várhatóan több kötetes mágnesszalagos file, amelyhez az archiválás során két indextáblát állítunk elő a betegazonosító szerinti visszakeresés megkönnyítése végett.

Az indexelés módját, illetve a betegazonosító szerinti visszakeresés menetét a 4. ábra szemlélteti.

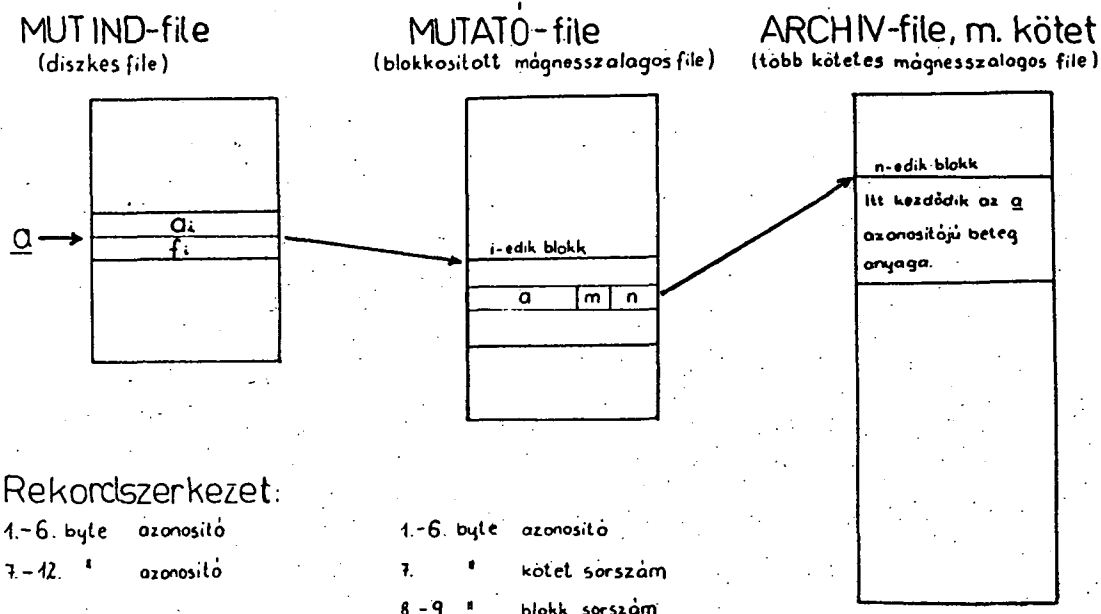
Jelölések: MUTATO-file: az ARCHIV-file m-edik kötetének n-edik blokkjában kezdődik az a azonosítóju beteg archivált anyaga.

MUTIND-file: a_i - a MUTATO-file i-edik blokkjában lévő legkisebb azonosító.

f_i - a MUTATO-file i-edik blokkjában lévő legnagyobb azonosító.

MUTATO-file a rekordok 1-6. byte-ja szerint (betegazonosító) rendezett.

AZ ARCHIV-FILE INDEXELESE



4. ábra

5. Standard funkciók: ide tartoznak azok a tevékenységek, amelyek az (1) előadásban említett, rendszeresen előállítandó listák, betegforgalmi statisztikák elkészítését biztosítják.

6. Adatfeldolgozás: ez a tevékenység biztosítja a nem rutinszerű, esetleg egyedi, tudományos célú feldolgozásokat. Ezen összetett tevékenység egy lehetséges megvalósulása, továbbá a MEDREK rendszer MEDØ3 jelű folyamata.

7. "Vége" tevékenység: minden szinten kötelezően szereplő elemi tevékenység. Szerepe a következő: ha egy tevékenység végrehajtása befejeződött, akkor a felhasználó az ugyan olyan szintű tevékenységek, tehát az előzővel "testvér" viszonyban állók közül választhat. A "VÉGE" tevékenység választásával térhet vissza a felhasználó az előző szintre.

Az első szinten a "VÉGE" tevékenység a "VEZÉR" futásának végét jelenti.

Az előadás anyaga az EÜ. Min. 4-13-0201-03/0/Gy. számú "Számítástechnikai módszerek, rendszerek, berendezések fejlesztése, adaptálása az orvostudományban és az egészségügyben" c. tárcaszintű kutatási főirányhoz minisztériumi szinten kiemelten elfogadott "Számítástechnikai és matematikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és az egészségügyben" c. témában végzett kutatómunka alapján készült.

Irodalom

- (1) Annus J., Huhn E., Zalányi S.: Számítógépes járóbeteg-nyilvántartási rendszer (I)
- (2) Széphalmi G., Kovács F., Pótczy P., Torma L.: Strukturált orvosi-egészségügyi fogalomgyűjtemény, INF 1389 (I-II-III-IV), 1974.
- (3) Lánc M., Kertész F.: A MEDØ2 folyamat logikai leírása, INF. 1452, 1975.
- (4) Lánc M., Hunyadi K.: A MEDØ3 folyamat logikai leírása, INF. 1453, 1975.

MTA SZTAKI

Egy általános információs rendszer kórházi morbiditási adatok feldolgozására

Ruda Mihály

Az MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézetében a múlt év végén indult meg egy általános adatfeldolgozó rendszernek az ÁSZSZ HwB 66/20-as, ill. 66/60-as gépén történő megvalósítása. A rendszer fejlesztésének alapját a SZTAKI régebbi kutatásai és az Egészségügyi Minisztériummal kötött szerződés képezik. A rendszer tehát elsősorban orvosi, egészségügyi adatfeldolgozás céljaira készült. Az előzetes tapasztalatok és a rendszerrel szemben támasztott követelmények azonban kívánatosá tették egy igen széles körben alkalmazható általános adatfeldolgozó rendszer felépítését.

A következőkben elsőként a rendszerrel szemben támasztott igényekről, utána a megvalósítás módjáról beszélünk. Befejezésként röviden áttekintjük az irodalomban található, vagy már hazai gépeken is hozzáférhető adatfeldolgozási lehetőségeket.

1. A rendszer célja, a rendszerrel szemben támasztott igények

A rendszer elsődleges célja az, hogy az évenként ismétlődő kórházi morbiditási adatfelvétel számítógépes feldolgozását biztosítsa.

A feldolgozás statisztikai táblázatok készítését jelenti. A kórházi morbiditási adatfeldolgozás nem egy zárt rendszer. Változhatnak az alapadatok (szerkezetükben és tartalmukban is), változhatnak az adatokra vonatkozó információs igények is.

Felsorolunk néhány, a jelen pillanatban folyamatban lévő változást. Most áll kidolgozás alatt az új kórházi adatszolgáltató rendszer (adatlap). Ezzel a teljes feldolgozandó adatrendszer megváltozik. Leglényegesebb változások a kórházak és szakmák besorolásában történnek, de megváltozik pl. a betegazonosító és a beteg foglalkozá-

sának kódolása is. Ezekről a változásokról függetlenül más külső tényezők miatti változások is fellépnek. Jelenleg tervezik az un. ANH személyazonosító bevezetését, és a betegségek nemzetközi osztályozását (BNO kód) is rendszeresen átdolgozzák. Éppen a közeljövőben kerül sorra az új BNO kód bevezetése.

Ezek a változások esetenként teljesen új ellenőrzési eljárásokat igényelnek, és megváltoztatják az adatok között fennálló logikai kapcsolatokat rendjét is.

Az információ-igények ugyancsak változnak, egyrészt az előbb vázolt adatváltozások miatt, másrészt a rendszer működtetésével nyert tapasztalatok és más források alapján is változik a felhasználó igénye.

A rendszerrel szemben támasztott legfontosabb követelmény tehát a változó feltételekhez és igényekhez való alkalmazkodás képessége. Emellett természetesen gazdaságossági szempontokat is figyelembe kell venni.

Célunk egy olyan általános statisztikai adattfeldolgozó rendszer kialakítása volt, amely a gépkapacitás, az emberi munkamennyiség és az átfutási idő minimalizálására törekszik, miközben a lehető legnagyobb mértékű rugalmasságot biztosítja.

2. A rendszer működésének lépései

2.1. Adatellenőrzések, kiegészítések

A rendszer gyakorlatilag tetszőleges fix rekordokból álló input file-t feldolgozhat. Mivel a rendszer statisztikai adattfeldolgozást végez, ezért elsősorban numerikus adatok vizsgálatára használjuk. Szöveges információk csak megjelenítésre kerülnek (pl. táblázatok fejlécein stb.).

Az input rekord leírását a felhasználó adja meg. Az adatellenőrzésnek és új adatok előállításának a következő módjai között választhatunk:

2.1.1. az egyes adatok a megengedett korlátok között vannak-e,

2.1.2. vannak-e olyan adatok, amelyek a megengedett határokon belül tiltott értékeket vesznek fel,

2.1.3. egy rekordon belül van-e egymásnak ellentmondó adatok, adatcsoportok,

2.1.4. az eredeti adatokból, adatcsoportokból új adatokat lehet képezni,

2.1.5. a felhasználó a rendszerbe illeszthet egyéb adatellenőrzési és adatképzési eljárásokat is.

Az itt felsorolt lehetőségekkel a felhasználó gyakorlatilag tetszőleges módon élhet. Néhány példa a kórházi morbiditási vizsgálatból: gyakorlatilag tetszőlegesen változó kórházkódszámrendszer esetén kiválogathatók a hibás kórházkódok, megadhatók a beteg korával és nemével (elég bonyolult módon) összeférhetetlen diagnózisok, ugyanígy az eredetileg adott négyjegyű diagnóziskód összevont jegyzékre való leképezése is könnyen megvalósítható stb.

Az ellenőrzési eljárásoknál a felhasználó csak a mindenképpen szükséges paramétereket adja meg: az adatok közti logikai kapcsolatok, a megengedett adatértékek, új adatok létrehozásakor az eredeti és új adatok megfeleltetése.

Az ellenőrzési és új adatképzési eljárások leírása sokszor hosszadalmas és bonyolult folyamat lehet. Éppen ezért a rendszer a megadott paramétereket részletesen ellenőrzi és hiba esetén hibajelzést ad. Ha a felhasználó szintaktikusan hibátlan feladatleírást ad, akkor egy jól áttekinthető listát kap a rendszertől az általa leírt feltételekről és adatmegfeleltetésekről (értéktáblázatokról). Ezen a listán ellenőrizheti, hogy tartalmilag helyesen írta-e le az egyes logikai feltételeket. Ezek a listák a későbbiekben is eligazítást biztosítanak az adatértelmezésekkel kapcsolatban.

2.2. Válogatás, konvertálás

Adatfeldolgozásnál általában szükség van a teljes adatrendszer leszűkítésére - egyrészt a felesleges adatmozgatások elkerülése érdekében, másrészt a feldolgozás egyik célja lehet éppen egy részpopuláció kiválasztása. Egy példa: ki akarjuk választani egy adott betegségtípusban szenvedő, 40-50 év közötti nehézipari, fizikai férfidolgozók csoportját.

Rendszerünk a legbonyolultabb logikai feltételek alapján is képes elvégezni a kiválasztást.

A válogatási eljárással egy lépésben végezhető karakter formából bináris formába történő konverzió is. A bináris forma igen gyors feldolgozást biztosít a továbbiakban, ugyanakkor a rendszer egy igen tömör tárolási módot alkalmaz, lényegesen csökkentve a bináris tárolási mód egyébként nagy helyigényét.

A válogatási eljárásokról a felhasználó gyakorlatilag tetszőlegesen rendelkezhet, a rendszer szintaktikus szabályainak keretei között.

2.3. Speciális file-ok létrehozása

A többször ápolts személyek és a változó számban előforduló kísérőbetegségek vizsgálata speciális eljárások beépítését teszik szükségessé. Ezek az eljárások lehetővé teszik változó hosszúságú rekordok kezelését is. A rendszer a változó hosszúságú rekordokat egy már csak fix rekordokat tartalmazó file-ba viszi át.

2.4. Transzformált file-ok

A statisztikai adatfeldolgozásnál - az adatnyilvántartó rendszerekkel szemben - nem egyedekkel, hanem típusokkal foglalkozunk. Az adatfelvételek azonban általában egyedek adatait rögzítik. Az egyedeket tartalmazó file-ról a típusok file-jára való átmenetet nevezzük itt file-transzformációnak.

A rendszer az input adatokból nyerhető tetszőleges típusbesorolást megvalósít. Egy ilyen típus lehet pl. egy adott kórház egy kijelölt osztályán fekvő adott korcsoportba tartozó betegek összessége.

Ez a részrendszer tehát a kívánt statisztikai táblázatok adatait (vagyis az egyes típusokra vonatkozó adatokat) állítja elő. Ez a részrendszer lehetővé tesz még adatösszevonásokat - pl. korcsoportok, ápolási időcsoportok stb. kialakítása - is. Ezzel a típusalkotási lehetőségek még változatosabbak lesznek.

2.5. A táblázatok megjelenítése

Ennek a részrendszernek a következő feladatai vannak:

2.5.1. a már kialakított típusok kívánság szerinti tetszőleges összevonása, típuscsoportok kihagyása,

2.5.2. a táblázatokon belül tetszőleges részösszegek képzése,

2.5.3. komulativ eloszlások megadása,

2.5.4. az eloszlások grafikus megjelenítése,

2.5.5. a változó táblafejlécek szerkesztése.

A file-transzformáció és a táblázatmegjelenítés különválasztásának fő oka az, hogy a felhasználó sokszor több, közel azonos tartalmu táblázatot igényel. Ilyenkor egyetlen file-transzformáció után állíthatunk elő több táblázatot. Egy másik lényeges szempont az, hogy így a felhasználó neki tetsző módon változtathatja a táblaformátumot, miközben a táblaadatok (a transzformált file) továbbra is rendelkezésére állnak.

2.6. Általános megjegyzések

A rendszer működtetése az operációs rendszer vezérkártyáival és az aktivizált rendszerprogramok paraméterkártyáival történik. Mivel a paraméterkártyák egymáshoz kapcsolódó feladatokat és azok megoldási módját jelölik ki, ezért ezeknek a kártyáknak az összességét egy célnyelvnek tekinthetjük, amely statisztikai adatfeldolgozási folyamatok leírására szolgál.

A rendszerprogramok futásonként újra és újra generálódnak azért, hogy a változó feladatok optimális megoldását, és egy igen gazdag kombinációs lehetőséget biztosítsanak.

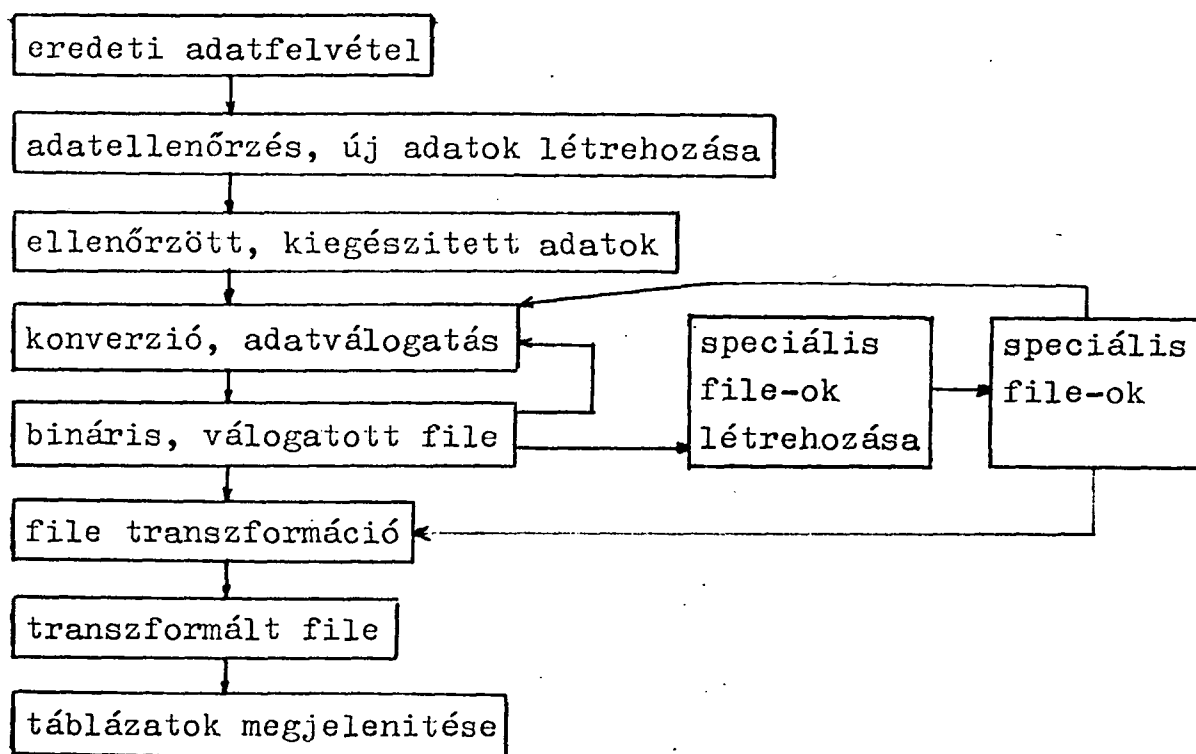
Mivel numerikus adatok kezelése a cél, ezért a rendszer nyelve FORTRAN. Ezen a nyelven írhatók a rendszerhez csatolt kiegészítések is.

Külön kell szólni a rendszer működéséhez szükséges kódtáblák feltöltésének módjáról.

A táblák feltöltésére a rendszer egy igen tömör és könnyen áttekinthető leírási módot biztosít. Egy példa: a 15, 252-317, 915, 33, 17 értékeket akarjuk rendre az 1-70 értékeknek megfeleltetni. Ezt a következő utasítással biztosíthatjuk:

lnnnln 15,252-317,915,33,17.

Befejezőként egy vázlatos ábrát adunk az egyes részfunkciók egymáshoz való kapcsolódásáról.



3. A rendszer viszonya más, hasonló célú számítástechnikai eszközökhöz

Az információs rendszerekkel kapcsolatos kutatások és fejlesztések fő vonala az "adatnyilvántartás" kérdéskörére irányul. A statisztikai adatfeldolgozás területén részfeladatok megoldása ismert. Ilyenek pl. a különböző programcsomagokban, programkönyvtárakban megtalálható, vagy gépi rendszerekbe beépített adatellenőrzési eljárások vagy adatkezelő célnyelvek (mint pl. az IBM 360 OS-ben működő Utility-Coder).

Ugyanigy bizonyos logikai kapcsolatokat realizáló gépi lehetőségek is léteznek - pl. a Honeywell IDS lehetősége. Ismertek továbbá általános táblaelőállítási eljárások is (mint pl. az ugyancsak IBM rendszerekben működő TPL).

Rendszerünk azonban egy egységbe integrált teljes és általános adatfeldolgozó rendszer, amely a feldolgozási folyamatot statisztikai szempontok alapján optimalizálja is.

Mivel a rendszer egy általánosan használt nyelven (FORTRAN) íródott, ezért más gépekre történő átvitele és kiterjesztése sem ütközik különösebb akadályba.

Külön felhívjuk a figyelmet arra, hogy az adatnyilvántartási feladatokra kifejlesztett rendszereket, nyelveket, (pl. az előbb említett IDS) nagyméretű statisztikai adatfeldolgozásra nem célszerű alkalmazni.

4. Az adatfeldolgozás statisztikai problémái

Információs rendszerünk kidolgozásakor a következő matematikai statisztikai kérdéseket vizsgáltuk meg:

1. a mintavétel statisztikai szabályai,
2. optimális minta - megbízhatósági kérdések,
3. azonosító kódok statisztikai viselkedése,
4. az adattartalom szerepe a feldolgozási módszerek kiválasztásában,
5. optimális számítástechnikai megoldások,
6. a cluster-analízis alkalmazási lehetőségei.

Ezekkel a kérdésekkel egy külön tanulmányban foglalkozunk.

MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézet

Egy számítástechnikai eszköz bonyolult logikai kifejezések leírására orvostatisztikai alkalmazásokban

Ratkó István

Előadásomban egy az ÁSZSZ HwB gépén történő kórházi morbiditásvizsgálat közben felvetődött problémát ismertetek, mivel véleményem szerint alkalmazása egyéb orvostatisztikai feladatoknál is felmerülhet.

A probléma pontos matematikai leírása (1)-ben megtalálható, most csak arra törekszem, hogy egy példán illusztrálva megmutassam, miért érdekes a probléma és hogyan oldható meg.

1. A probléma felvetése

Adott egy fix hosszúságú rekordokból álló adatfile. A szakembereket igen gyakran csak speciális feltételeknek elegettevő adatok érdeklik. Ezek a feltételek logikai kifejezések formájában írhatók fel. A feltételekkel kapcsolatban a következőket tudjuk: a.) sok van belőlük, b.) nem rögzíthető előre minden lehetséges feltétel, amire szükség lesz. A programozási nyelvek szokásos eszközei nem biztosítanak olyan lehetőséget, amellyel ez a két követelményt kielégítő utasítás felírható. Előadásomban mutatok egy módszert, arra a nem lényegtelen szempontokra is ügyelve, hogy a feltételvizsgálat ideje minimális legyen.

2. Egy példa

Az adatfile minden rekordja 40 karaktert tartalmaz. A rekordban a következő adatelemek találhatók:

| <u>A rekordelem jelentése</u> | <u>Neve</u> | <u>Hány karakterből áll</u> |
|----------------------------------|-------------|-----------------------------|
| Beteg keresztnévének kezdőbetűje | BET | 2 |
| Anyja keresztnévének kezdőbetűje | ANY | 2 |
| Neme | NEM | 1 |
| Születési dátum | SZD | 6 |
| Születési hely megyéje | SZH | 2 |
| Lakóhely megyéje | LAK | 2 |
| Népgazdasági ágazat | NEP | 2 |
| Foglalkozási viszony | FOG | 1 |
| Kórházkód | KOR | 4 |
| Osztálykód | OSZ | 2 |
| Ápolási napok száma | NAP | 4 |
| Beutaló korforma | BKF | 4 |
| Ápolási indokló fő kórisme | AKF | 4 |
| Halál oka | HAL | 4 |

Az adatfile több tízezer rekordot tartalmaz. Tételezzük fel, hogy azokra a betegekre akarunk bizonyos feldolgozást végrehajtani, akikre a következők teljesülnek:

- a.) 100 kiválasztott betegséggel ápolat Heves-megyei férfiak, vagy
- b.) 3032 (alkoholizmus) kórformájú betegségben meghalt Szabolcs-megyei vagy budapesti betegek, vagy
- c.) 20 kiválasztott betegséggel, 10 adott megyéből való, legalább 100 napig ápolat betegek, vagy
- d.) 1,5,7,8,9 foglalkozási viszony, 40 kiválasztott beutaló kórformájú betegek.

A felirandó logikai kifejezés akkor és csak akkor legyen igaz, ha a rekordot fel akarjuk dolgozni.

Megjegyezzük, hogy a valóságban bonyolultabb és egyszerűbb esetek is előfordulnak.

3. A rekordok kiválasztásának módszere

A logikai kifejezés - akár FORTRAN, akár COBOL nyelven írjuk a programot - szerkezetileg így néz ki:

(LAK=10 és (AKF=12 vagy AKF=27 vagy...vagy AKF=8501) és NEM=1)
vagy (HAL=3032 és (LAK=1 vagy LAK=15)) vagy
(NAP 100) és (AKF=29 vagy AKF=32 vagy...vagy AKF=9000) és
(LAK=5 vagy LAK=8 vagy...vagy LAK=20)) vagy
((FOG=1 vagy FOG=5 vagy...vagy FOG=9) és (BKF=7 vagy...BKF=8001))

Ennek a kifejezésnek 180 tagja van. Esetleg akad vállalkozó szellemű programozó, aki beírná a programba a megfelelő utasítást, de ez semmiképpen sem tekinthető ideális megoldásnak, mert

- a.) sok hibalehetőséget rejt magában
- b.) legtöbbször (FORTRAN esetén) nem is fér el még a 20 folytatósorban sem
- c.) a változó igényekhez nem igazodik, azaz, ha a felhasználónak más feldolgozási igénye van, újabb "hosszu" utasítást kell leírnia.

Mit lehet tenni a nehézségek áthidalására?

Vegyük észre, hogy a lakóhely megyéjére és az ápolást indokló fő kórismére több viszonylatban is szükség van. Új változónevek (tömbök) bevezetésével rövidíthetjük a kifejezés hosszát. Ezek a tömbök a maximális sorszámmal feltüntetve a következők:

ZSLAK1(22), ZSLAK2(22), ZSLAK3(22)
ZSAKF1(9999), ZSAKF2(9999)
ZSHAL1(9999), ZSNAP1(9999), ZSNEM1(2), ZSFOG1(99)
ZSBKF1(9999)

A tömb elemeit az alábbi módon töltjük fel:

ZSLAK1(10)=1,
ZSAKF1(12)= ZSAKF1 27 =...= ZSAKF1 8501 = 1,
ZSNEM1(1) = 1, ZSNEM1(2) = 0,
ZSHAL1(3032) = 1,

$ZSLAK2(1) = ZSLAK2(15) = 1,$
 $ZSNAP1(100) = ZSNAP1(101) = \dots = ZSNAP1(9999) = 1,$
 $ZSAKF2(29) = ZSAKF2(32) = \dots = ZSAKF2(9000) = 1,$
 $ZSLAK3(5) = ZSLAK3(8) = \dots = ZSLAK3(20) = 1,$
 $ZSFOG1(1) = ZSFOG1(5) = \dots = ZSFOG1(9) = 1,$
 $ZSBKF1(7) = \dots = ZSBKF1(8001) = 1,$

mindegyik tömb összes többi eleme legyen 0. Ezen változók segítségével a rekord sorsa a következőképpen dönthető el:

1. Beolvasás
2. Ha $ZSLAK1(LAK)=1$ és $ZSAKF1(AKF)=1$ és $ZSNEM1(NEM)=1$
vagy $ZSHAL1(HAL)=1$ és $ZSLAK2(LAK)=1$ vagy
 $ZSNAP1(NAP)=1$ és $ZSAKF2(AKF)=1$ és $ZSLAK3(LAK)=1$
vagy $ZSFOG1(FOG)=1$ és $ZSBKF1(BKF)=1$ menj 4.-re
3. Menj 1.-re, azaz ne dolgozd fel a rekordot.
4. Dolgozd fel a rekordot, majd menj újra 1.-re

Látjuk, hogy ezzel az egyszerű fogással a logikai kifejezés felírása egyszerűsödött. A kifejezés ilyen alakú: (...és...és...) vagy (...és...és...) vagy...vagy (...és...és...), un. diszjunktív normálformában van felírva. A fenti eljárás 2. pontjában szereplő utasítás a következő utasításokra bontható:

- 2.1.a. Ha $ZSLAK1(LAK)=1$, menj 2.1.b-re, ha nem, 2.2.a.-ra
- 2.1.b. Ha $ZSAKF1(AKF)=1$, menj 2.1.c-re, ha nem, 2.2.a.-ra
- 2.1.c. Ha $ZSNEM1(NEM)=1$, menj 4-re, ha nem, 2.2.a.-ra
- 2.2.a. Ha $ZSHAL1(HAL)=1$, menj 2.2.b-re, ha nem, 2.3.a.-ra
- 2.2.b. Ha $ZSLAK2(LAK)=1$, menj 4-re, ha nem, 2.3.a.-ra
- 2.3.a. Ha $ZSNAP1(NAP)=1$, menj 2.3.b-re, ha nem, 2.4.a.-ra
- 2.3.b. Ha $ZSAKF2(AKF)=1$, menj 2.3.c-re, ha nem, 2.4.a.-ra
- 2.3.c. Ha $ZSLAK3(LAK)=1$, menj 4-re, ha nem, 2.4.a.-ra
- 2.4.a. Ha $ZSFOG1(FOG)=1$, menj 2.4.b-re, ha nem, 1-re
- 2.4.b. Ha $ZSBKF1(BKF)=1$, menj 4-re, ha nem 1-re.

A feldolgozandó rekordok kiválasztását a most leírt módon végezzük. Mi indokolja ennek 2.-vel szembeni használatát?

4. Optimalizációs kérdések

Azzal a megjegyzéssel kezdjük, hogy a logikai kifejezés vizsgálatakor a 2. lépésben mindegyik tag kiértékelődik, míg a 2.1.a., ..., 2.4.b. sorozatban a kiértékelés esetleg hamarabb is befejeződhet. Így nyilván a 2. lépésben szereplő utasítással szemben, a 2.1.a., ..., 2.4.b. utasítássorozatot célszerű használni, ne felejtsük el azt a tényt se, hogy ezt a logikai vizsgálatot több tízezerszer kell elvégezni. Nem mindegy az sem, hogy a 2.1., 2.2., 2.3., ill. azokon belül az a, b, c, utasítások milyen sorrendben követik egymást. Két sorrend közül azt mondjuk jobbnak, amelyiknél a kiértékelés várható értéke, azaz a megvizsgálandó tagok várható száma a kisebb. Az ilyen értelemben legjobb sorrend kialakításához ismerni kell az egyes elemi ítéletek igazságának valószínűségeit.

Egy adott csoporton belül melyik alcsoportot kell előbbrevenni? Amelyik igazságának nagyobb a valószínűsége? Ez szemléletesen így érezhető, de nem így van. A kimondandó 1. tétel bizonyítását illetően (1)-re utalunk.

1. Tétel:

Legyen $p = P(L_1 \text{ igaz})$, $q = P(L_2 \text{ igaz})$. Jelölje p_1 annak valószínűségét, hogy az $(\dots \wedge L_1 \wedge L_2 \wedge \dots)$ diszjunkcióban L_1 előtt minden tag igaz és ezen diszjunkció előtti diszjunkcióban legalább egy konjunkció hamis, p_2 ugyanennek a valószínűségét, csak az $(\dots \wedge L_2 \wedge L_1 \wedge \dots)$ diszjunkcióra vonatkoztatva. Igaz a következő:

Az $\dots \vee (\dots \wedge L_1 \wedge L_2 \wedge \dots) \vee \dots$ kifejezés kiértékelése akkor és csak akkor fejeződik be hamarabb, mint a $\dots \vee (\dots \wedge L_2 \wedge L_1 \wedge \dots) \vee \dots$ kifejezése, ha

$$p(1-q)p_1 < (1-p)qp_2$$

A csoportok egymás közötti sorrendjére már nem kapunk ilyen szemléletes eredményt. Legyen két egymás melletti csoport: L' és L'' , vagyis a kifejezés így néz ki:

$$\dots V \dots VL'VL''V \dots \quad /1/$$

Jelölje a ill. b L' ill. L'' tagjainak számát. Szeretnénk /1/-et összehasonlítani az

$$\dots V \dots VL''VL'V \dots \quad /2/$$

kifejezéssel. 1-nél jelölje p_1 annak valószínűségét, hogy L' minden tagja igaz, L'' -ben és az L' előtti tagok mindegyikében van hamis, L'' -ben az első hamis tag legyen az η -adik, p_2 annak valószínűségét, hogy L' és L'' minden tagja igaz és L' előtti tagok mindegyikében van hamis és végül /2/-nél p_3 annak valószínűségét, hogy L'' minden tagja igaz, L' -ben és L'' előtti tagok mindegyikében van hamis, L' -ben az első hamis tag legyen ξ -edik. Ekkor bizonyítható, a következő /ld. (1)/:

2. Tétel:

$\dots VL'VL''V \dots$ kiértékelése akkor és csak akkor fejeződik be hamarabb, mint $\dots VL''VL'V \dots$ kiértékelése, ha:

$$ap_2 + p_3 E\xi < p_1 E\eta + bp_2$$

5. Megjegyzések

Ebben a pontban röviden leírjuk a meglévő program lehetőségeit. A lehetőségek pontos ismertetése nem volt célja előadásomnak.

a.) A felhozott példa olyan, hogy az új változónevek bevezetése után a logikai kifejezés

$$(\dots \wedge \dots) \vee (\dots \wedge \dots) \vee \dots \vee (\dots \wedge \dots)$$

alakú lett. Ismeretes, hogy bármilyen logikai kifejezés ilyen alakra hozható. /ld. (2)/. Erre egyszerű módszerek vannak, nem kell hozzá ismerni a Boole-algebra azonosságait.

b.) A konkrét felhasználásban a felhasználó három lehetőség közül választhatott:

1. A feltételt ő írja fel.
2. Ugynevezett szerkesztőprogrammal iratja fel - paraméterek megadásával - a diszjunktív normálformának megfelelő utasításokat.
3. Mint 2., csak konjunktív normálformát használ.

c.) Az új változónevek megadásához a felhasználónak meg kell adnia, hogy a tömbök mely elemei veszik fel az 1 értéket. Ez valahogy így történhet:

12,27,49-92,101

A felhasználónak arra is lehetősége van, hogy a komplementer halmazzt adja meg.

d.) A konkrét feldolgozásban a felhasználó megtehetette, hogy a rekordnak csak egy részét dolgozza fel.

e.) A Szerkesztő program biztosítja a felhasználó számára azt, hogy tetszőlegesen megválaszthatja logikai kifejezéseit.

f.) Kórházi morbiditási vizsgálattal, s egyéb orvostatisztikai feldolgozással kapcsolatos alaptanulmányként az irodalom (3)-(14) hivatkozásait ajánlhatjuk. Az előadásban elmondott téma leírása (1)-en kívül több-kevesebb részletességgel (4)-ben (7)-ben, (11)-ben (12)-ben és (14)-ben megtalálható.

Irodalom

- (1) Ratkó István: Bonyolult logikai kifejezések kiértékelésének számítástechnikai és optimalizálási problémái, (MTA SZTAKI, Közlemények, megjelenőben.
- (2) Ruzsa I., Urbán J.: Matematikai logika, Tankönyvkiadó, 1966.
- (3) Greff L., Krámlí A., Ruda M.: Kórházi morbiditási vizsgálattal kapcsolatos statisztikai és számítástechnikai megfontolások, 4. Neumann Kollokvium, Szeged, 1973.

- (4) Csukás A-né, Greff L., Krámlí A., Ruda M.: A kórházi morbiditási vizsgálat számítógépes feldolgozásának tapasztalatai és továbbfejlesztése, 5. Neumann Kollokvium, Szeged, 1974.
- (5) Csukás A-né, Greff L., Krámlí A., Ruda M.: An approach to the hospital morbidity data system development in Hungary. Symposium on Medical Data Processing, Toulouse, 1975.
- (6) Csukás A-né, Greff L., Krámlí A., Ruda M.: Lekérdező rendszer kórházi morbiditási vizsgálat anyagára, 6. Neumann Kollokvium, Szeged, 1975.
- (7) Garádi J., Krámlí A., Ratkó I., Ruda M.: Statisztikai és számítástechnikai módszerek alkalmazása kórházi morbiditási vizsgálatokban, MTA SZTAKI Tanulmányok, 1975.
- (8) Krámlí A., Ruda M.: Izpravocno-informacionnaja szisztjema zaproszov bojnycsnovo morbigyityizma, Sztruktura i organyizacija paketov programm, Nemzetközi Konferencia, Tbiliszi, 1976.
- (9) Krámlí A., Ratkó I., Ruda M., Soltész J.: A statisztikai adatfeldolgozás matematikai és számítástechnikai problémái, MTA SZTAKI Tanulmányok, (megjelenőben).
- (10) Ruda M.: Egy általános információs rendszer kórházi morbiditási adatok feldolgozására, 8. Neumann Kollokvium, Szeged, 1977.
- (11) Matematikai statisztikai és számítástechnikai megfontolások a kórházi morbiditási adatok vizsgálatával kapcsolatban, MTA SZTAKI, esettanulmány, 1977.
- (12) Kórházi morbiditási adatok feldolgozását szolgáló statisztikai programrendszer, MTA SZTAKI, témadokumentáció, 1977.
- (13) Csukás A-né, Greff L.: Az 1972-73. évi Kórházi megbetegedési reprezentatív vizsgálat, Statisztikai Szemle, 52., 11-12 szám.
- (14) Ruda M.: Egy széles körben alkalmazható programoprimalizálási módszer, MTA SZTAKI, Közlemények, (megjelenőben).

^{1st} Department of Internal Medicine of Medical Academy in
Łódź, Computation Centre of the Polish Academy of Sciences
in Warsaw

Application of computer techniques to the optimalization of
cardiac insufficiency therapy^x

Tadeusz Bogdanik, Mieczysław Warmus, Włodzimierz Geraga,
Stanisław Ciechowicz, Jan Zambrzycki

Our paper presents a practical application of the mathematical model of digitalis pharmacokinetics as the first step towards the algorithmization of digitalis derivatives therapy. The paper presents the results of a computer program written for the optimalization of five digitalis derivatives (oral and intravenous therapy), based on the mathematical description of digitalis-glycoside kinetics in patients with normal and reduced renal function. We applied five derivatives, characterized by different dynamics of their resorption and excretion after oral dosage and by different metabolic, especially intrahepatic, inactivation patterns. One of the basic difficulties in therapy is connected with changing the dosage when a particular cardiac glycoside is replaced by an other one of different pharmacokinetic characteristics. This may lead to toxic reactions because the total glycoside concentration is unknown. Mathematical description of glycoside kinetics is very helpful in the management of various kinds of cardiac insufficiency.

The paper presents the time-shared computer program to formulate dosage regimens of five digitalis derivatives. The computer program takes into account five derivatives: 1. Digoxin, 2. Lanatosid C, 3. Strophanthin, 4. Proscillaridin A, 5. Acetyldigitoxin. Our detailed computer program for digitalis dosage was elaborated by Krystyna Domzal and Jan Domzal in the Cybernetics and Informatics Department of the University of Łódź (Poland), based on the method described by Jelliffe (5,6) in California. Jelliffe's (5,6) computer program was based on numerous experiments and clinical observations which showed that the

^x This report is supported by Computation Centre of the Polish Academy of Sciences.

serum concentration of tritiated digoxin or digitoxin and the glycoside loss from the body were proportional to the oral dose. The half-life of tritiated glycosides is similar in liver, kidneys and myocardium after the cessation of the drug. The glycosides are then eliminated from the body in a logarithmic manner. Jelliffe (3) described that the average rate-constant for all body losses for digitoxin is 0.1155 day^{-1} and for digoxin 0.4332 day^{-1} . The value of half-time of digoxin in patients with normal renal function is 1.6 day and the total body losses rate-constant is 0.4332 day^{-1} and this is the sum of faecal losses rate-constant $k_f = 0.1690 \text{ day}^{-1}$ plus the urine losses rate-constant $k_u = 0.2642 \text{ day}^{-1}$. Digoxin and Lanatosid C kinetics are profoundly affected by alterations in the patient's renal function, and the average half-time of digoxin found 1.6 day by normal renal function increases to 4.1 days in anuric patients. The alteration of digitoxin urinary losses in anuric patients increases the half-time from 6.0 days in normal patients to 8.65 days in anuric patients. The value of total body losses rate-constant for digitoxin is 0.1155 and this is the sum of faecal losses rate constant $k_f = 0.0801$ and the urine losses rate-constant $k_u = 0.0354$. The urine loss rate-constant of digoxin and digitoxin are proportional to the serum and urine concentrations and this enables to compute the half-time for digoxin and digitoxin, based on actual serum and urine concentrations. After digitoxin loading the average urine loss is 30.6 % of the daily loss, 61.6 % is the daily nonurinary loss, and 7.7 % of daily loss is dependent on the metabolic conversion of digitoxin to digoxin. On the contrary, the urine loss of digoxin is 59 %, and nonurinary loss, dependent on the enzymatic intrahepatic inactivation, is 41 % (4).

In our computer program for digitalis dosage we have incorporated the average values of digoxin resorption given by many authors (8) as 81 %, in contrast to Jelliffe's (5,6) program (85 %), and we included the average Lanatosid C resorption 42 % /omitted in the program described by Jelliffe (5,6)/. The next modification of the program was the inclusion of the values of the Acetyldigitoxin 80 % and of Proscillaridin 25 % after an oral dose. The inclusion of new drugs led to the next modification. /using the values described by Krautwald (7)/, namely we have incorporated the following values of daily losses:

| | | |
|------------------|--------|--|
| Acetyldigitoxin | - 10 % | daily losses from the total body concentration |
| Proscillaridin A | - 50 % | - " - " - " - |
| Strophantin | - 40 % | - " - " - " - |
| Lanatosid C | - 20 % | - " - " - " - |

In our program we included the influence of altered renal function based on blood urea concentration and we computed total constant rate of daily digoxin losses (K) using the method of least squares:

$$K = 0.1155 - \ln 0.699 + 0.205 \frac{\ln^n / 40}{\ln 3}, \quad /1/$$

n = blood urea concentration.

The computer program for digitalis dosage is appropriate only for patients with normal thyroid and hepatic function and normal electrolyte balance, (especially kalium) and for patients without clinical evidence of gastrointestinal malabsorption. The patients must not be treated with drugs altering digitalis absorption or metabolism.

Enclosed we present the abbreviated printout from the Polish computer "Odra-1304". Our detailed program was written in FORT-RAN. Its various applications, including the possibilities of replacing one cardiac glycoside by another, are illustrated here on a single example. A patient was given Lanatosid C parenterally followed by oral administration of digoxin in changing doses and at different intervals. The total body glycoside concentration in micrograms of glycoside per kilogramme of body weight is computed as the first part of the computer program. After the total body glycoside concentration is computed, the physician selects its optimal level comparing the former and actual state of the patient. The computer prints out statistical data about digitalis toxicity frequency, according to various levels of total body glycoside concentration. Still the next change in our program comparing to Jelliffe's (5,6) one is the lower toxicity warning threshold. Our selection of glycoside level over 13.0 mcg/kg, reminds that the toxicity risk exceeds 21 %. The computer operator must then enter the selected inputs three times, before the computer accepts them.

The last modification in our program enables us the achievement of the desired total dose in four versions: in one, two, three or four

days. Owing to this, the selection of the optimal method of the necessary body glycosides concentration can be done.

The application of computer program in digitalis therapy based on average values of five derivatives' kinetics makes the treatment more precise. Its practical value is most prominent in the reduction of digitalis toxicity frequency. In our Internal Medicine Department 25 % toxic reactions were observed before employing the computer, the number of which was then significantly reduced to 14 % (1,2). The main advantage of our program is the possibility of everyday control of total serum glycoside concentration without drawing blood after each digitalis dose. The program has also didactic values in teaching controlled digitalis therapy.

We have studied the accuracy of our program in 72 inpatients and we stated that the program enables us to have more precise digitalis therapy and reduces the frequency of toxic reactions.

We have compared in 32 patients the computed digoxin concentration to serum digoxin level determined by radioimmunoassay according to Sheiner and Rosenberg (9). The abundant literature concerning the methodologies involved with the radioimmunoassay of serum digoxin concentrations indicates that there are many problems associated with accuracy, reproducibility and comparability of results. The numerous procedural modifications alone indicate dissatisfaction among the proponents of the various methods. The various methods which have been proposed, and the conflicting data obtained in many laboratories lead to the conclusion, that when comparing the computed data to evaluated data, the data received by computer program, based on many pharmacokinetic findings are more accurate for constant control of digitalis therapy. The computed values are in close connection with patients' findings, such as heart rate, electrocardiography, blood urea concentration and magnesium and kalium plasma concentrations. The control of serum digoxin concentration could not be performed every day and the computed values can be obtained after each dose and therefore are much simpler for permanent control of digitalis therapy, taking into account five derivatives, while the radioimmunoassay method enables us to determine only digitoxin and digoxin. The isotopic methods using strontium J^{131} showed less accuracy than the radioimmunoassay method, however they might be used to determine all cardiac glycosides. In our actual experience the mathematical model of pharmacokinetics of digitalis glycoside is much more exact in everyday physician practice than the laboratory findings regarded to serum digitalis concentration in consideration of great laboratory error.

CALC. BODY GLYCOSIDE CONCENTR. AT BEGINNING AND END
OF EACH DOSE

| Number of dose | Acetdigit | | Lanat - Dox | | Strof beg | Proscil end | Total body concent(mg) | | Total body concent mcg/kg | |
|-------------------|-----------|-------|-------------|-------|--------------|----------------|---------------------------|-------|------------------------------|--------|
| | beg | end | beg | end | | | beg | end | beg | end |
| 1 | 0.000 | 0.000 | 0.800 | 0.640 | 0.000 | 0.000 | 0.800 | 0.640 | 15.385 | 12.308 |
| 2 | 0.000 | 0.000 | 0.840 | 0.751 | 0.000 | 0.000 | 0.840 | 0.751 | 16.154 | 14.448 |
| 3 | 0.000 | 0.000 | 0.951 | 0.851 | 0.000 | 0.000 | 0.951 | 0.851 | 18.295 | 16.363 |
| 4 | 0.000 | 0.000 | 0.051 | 0.940 | 0.000 | 0.000 | 1.051 | 0.940 | 20.209 | 18.076 |
| 5 | 0.000 | 0.000 | 1.140 | 1.020 | 0.000 | 0.000 | 1.140 | 1.020 | 21.922 | 19.608 |
| 6 | 0.000 | 0.000 | 1.220 | 1.091 | 0.000 | 0.000 | 1.200 | 1.091 | 23.455 | 20.978 |
| 7 | 0.000 | 0.000 | 1.291 | 1.155 | 0.000 | 0.000 | 1.291 | 1.155 | 24.824 | 22.203 |
| 8 | 0.000 | 0.000 | 1.357 | 1.049 | 0.000 | 0.000 | 1.357 | 1.049 | 26.097 | 20.183 |
| 9 | 0.000 | 0.000 | 1.252 | 0.943 | 0.000 | 0.000 | 1.252 | 0.943 | 24.077 | 18.134 |
| 10 | 0.000 | 0.000 | 1.145 | 0.891 | 0.000 | 0.000 | 1.145 | 0.891 | 22.028 | 17.137 |
| 11 | 0.000 | 0.000 | 1.094 | 0.844 | 0.000 | 0.000 | 1.094 | 0.094 | 21.031 | 16.224 |
| 12 | 0.000 | 0.000 | 1.046 | 0.801 | 0.000 | 0.000 | 1.046 | 0.801 | 20.119 | 15.410 |
| 13 | 0.000 | 0.000 | 1.004 | 0.764 | 0.000 | 0.000 | 1.004 | 0.764 | 19.304 | 14.696 |
| 14 | 0.000 | 0.000 | 0.967 | 0.732 | 0.000 | 0.000 | 0.967 | 0.732 | 18.590 | 14.079 |
| 15 | 0.000 | 0.000 | 0.935 | 0.705 | 0.000 | 0.000 | 0.935 | 0.705 | 17.973 | 13.551 |
| 16 | 0.000 | 0.000 | 0.907 | 0.681 | 0.000 | 0.000 | 0.907 | 0.681 | 17.445 | 13.103 |
| 17 | 0.000 | 0.000 | 0.884 | 0.662 | 0.000 | 0.000 | 0.884 | 0.662 | 16.998 | 12.727 |
| 18 | 0.000 | 0.000 | 0.864 | 0.645 | 0.000 | 0.000 | 0.864 | 0.645 | 16.621 | 12.412 |
| 19 | 0.000 | 0.000 | 0.848 | 0.582 | 0.000 | 0.000 | 0.848 | 0.582 | 16.307 | 11.196 |
| 20 | 0.000 | 0.000 | 0.785 | 0.537 | 0.000 | 0.000 | 0.785 | 0.537 | 15.090 | 10.329 |
| 21 | 0.000 | 0.000 | 0.740 | 0.505 | 0.000 | 0.000 | 0.740 | 0.505 | 14.224 | 9.708 |
| 22 | 0.000 | 0.000 | 0.707 | 0.482 | 0.000 | 0.000 | 0.707 | 0.482 | 13.603 | 9.260 |

Total glycoside concentr. at your next dose should be:
0.48 mg 9.260 mcg/kg

Note the following data:

| Total body concentr. (mcg/kg) | Incidence of digit arrhythmias |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 8.5 | 13 % |
| 13.0 | 21 % |
| 17.0 | 27 % |
| 25.0 | 42 % |

Concentr. over 35.0 mcg/kg may be lethal!

| | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| Enter desired concentr. (mcg/kg), | Blood urea and body weight (kg) |
| 25.0 | 68.00 50.00 |

Risk of toxicity is 42.0 %

| | | |
|------|--------------|-------|
| | Retype input | |
| 25.0 | 68.00 | 50.00 |
| | Retype input | |
| 25.0 | 68.00 | 50.00 |
| | Retype input | |
| 25.0 | 68.00 | 50.00 |

Enter drug (Acetdigit, Dox, Lanat, Stroph, Proscill), Route (O,P), Doses day
Lanat 0 2

Version 1

Desired concentration will be achieved in one day.

To achieve and maintain your selected concentration with your chosen glycoside and route, the following dose program is suggested, if renal function and electrolyte balance do not change.

| Day | Number of dose | Dose in mg | Lanat Tabs of 0.25 mg Lanat | Number of drops |
|-----|----------------|------------|--------------------------------|-----------------|
| 1 | 1 | 0.91 | 3.66 | 32.9 |
| | 2 | 1.21 | 4.84 | 43.6 |
| 2 | 1 | 0.38 | 1.51 | 13.6 |
| | 2 | 0.37 | 1.47 | 13.2 |
| 3 | 1 | 0.36 | 1.43 | 12.9 |
| | 2 | 0.35 | 1.40 | 12.6 |
| 4 | 1 | 0.34 | 1.37 | 12.4 |
| | 2 | 0.34 | 1.35 | 12.2 |
| 5 | 1 | 0.33 | 1.33 | 12.0 |
| | 2 | 0.33 | 1.32 | 11.9 |
| 6 | 1 | 0.33 | 1.31 | 11.7 |
| | 2 | 0.32 | 1.30 | 11.7 |
| 7 | 1 | 0.32 | 1.29 | 11.6 |
| | 2 | 0.32 | 1.29 | 11.6 |

Version 2 in drops

16.5, 25.4, 26.6, 27.9, 12.9, 12.6, 12.4, 12.2, 12.0, 11.9, 11.8,
11.7, 11.6, 11.6.

Version 3 in drops

11.0, 19.3, 20.0, 20.7, 21.5, 22.4, 12.4, 12.2, 12.0, 11.9, 11.8,
11.7, 11.6, 11.6.

Version 4 in drops

8.2, 16.3, 16.7, 17.1, 17.6, 18.2, 18.9, 19.5, 12.0, 11.9, 11.8,
11.7, 11.6, 11.6.

52 sec.

References

- (1) Bogdanik T.: The application of computer program to the digitalis therapy. Paper of the First World Conference on Medical Informatics, Medinfo 74, 1974, p. 909.
- (2) Bogdanik T., Geraga W., Ciechowicz S., Tydelska E., Zambrzycki J., Sosin A., Czechowicz Z.: Computer controlled digitalis therapy. Bulletin De la Societe des Sciences et des Lettres de Lódz, 1975, XXV, 1.
- (3) Jelliffe R.V.: A mathematical analysis of digitalis kinetics in patients with normal and reduced renal function. Math. Biosci, 1967, 1, 305.
- (4) Jelliffe R.W., Buell J., Kalaba R.: A mathematical study of the metabolic conversion of digoxin in man. Math. Biosci. 1970, 6, 387.
- (5) Jelliffe R.W., Buell J., Kalaba R.: A computer program for digitalis dosage regimens. Math. Biosci. 1970, 9, 179.
- (6) Jelliffe R.W., Buell J., Kalaba R.: Reduction of digitalis toxicity by computer-assisted glycoside dosage regimens. Ann. Int. Med. 1972, 77, 891.
- (7) Krautwald A.: Digitalis-Therapie mit Hilfe von Dosierungs-Tabellen. Schattauer F.K., Stuttgart, New York, 1969.
- (8) Peck C.C., Sheiner L.B., Martin C.M., Combs D.T., Melmon K.L.: Computer-assisted digoxin therapy. New England J. Med. 1973, 289, 441.
- (9) Sheiner L.B., Rosenberg B.: Individualizing drug therapy with a feedback - responsive computer system. Paper of the First World Conference on Medical Informatics, Medinfo 74, 1974, 901.

Országos "Korányi" Tüdőgyógyintézet és BME Folyamatszabályozási Tanszék

Számítógépes videodenzitometria alkalmazása a mellkasi diagnosztikában

Naszlady Attila, Hajnal Miklós, Téby Attila, Loványi István és
Vajta Lószló

A biológia és medicina területén tömegével keletkeznek adathordozók, amelyeken az információt képpel jeleníti, és pedig többnyire szabálytalan alakzat formájában. Ezek digitális kezelése, majd osztályozása sürgető feladat világszerte, és az érdeklődés homlokterében áll.

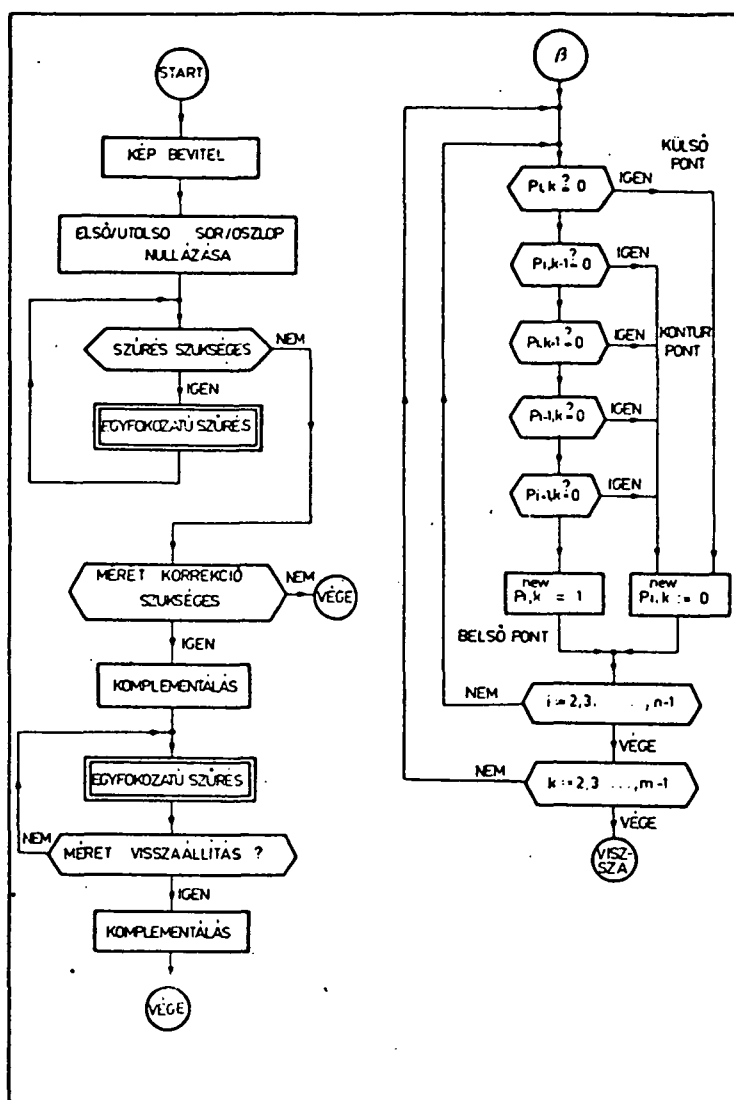
Magunk, az elmúlt évben e helyen közölt képfeldolgozó eljárásunk folytatásaként - mint a legtömegesebben előálló orvosi képek - röntgen felvételek számítástechnikai feldolgozásának alábbi három formáját fejlesztjük:

- I. alakfelismerés és osztályozás
- II. denzitás és denzitáseloszlás vizsgálata
- III. alak- és denzitásváltozás automatikus követése.

Az első kettő statikus, a harmadik dinamikus képfeldolgozás - vagyis mozgáselemzés.

I. Alakfelismerés céljára a lakosságssűrűs keretében évente készülő ún. ernyőfénykép (EF) mellkasröntgen felvétel középárnyékát választottuk. A feldolgozás elvét az 1. ábra mutatja. Három fő lépése a következő: a.) előfeldolgozás-sűrűs, b.) lényegkiemelés, c.) osztályozás.

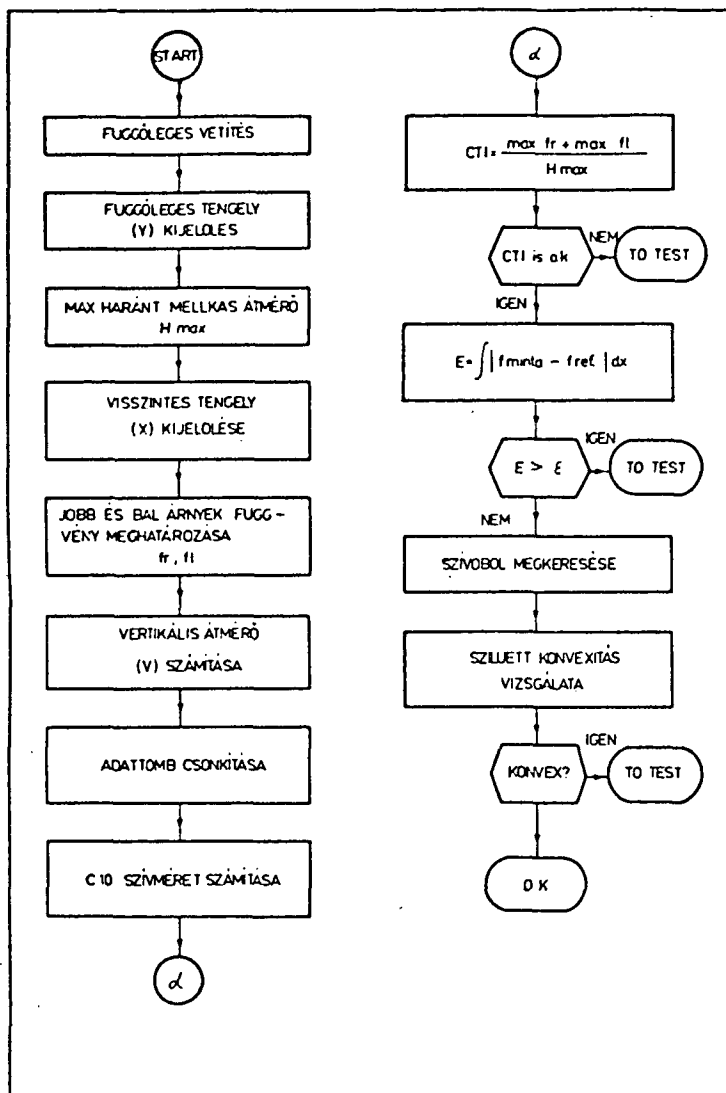
Az előfeldolgozás konturképzésből, simításból és az eredeti 8 szürkeségi szintnek kettőre redukálásából áll. Így a digitalizált kép memória igénye is minimalizálódik.



1. ábra

A lényegkiemelés lényege un. árnyékfüggvény képzés (3. ábra), mely a teljes középárnyék sziluett vizsgálatára irányul a "csak szívárnyék" bizonytalan határvonalai helyett.

Az osztályozó eljárás folyamatábráján (2. ábra jobboldala) látható, hogy az voltaképpen három, egymást követő ÉS kapcsolat alapján történik: az első a cardiothoracicus index (CTI) vizsgálata, a második az abszolút hibaintegrál segítségével végrehajtott "template matching", mely tulajdonképpen egy megfelelő referenciával való összevetést jelent, a harmadik a szívből kontur konvexitásának vizs-

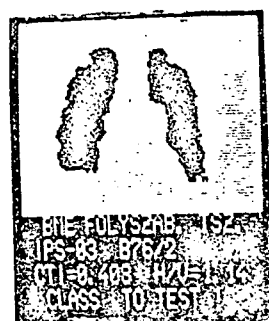
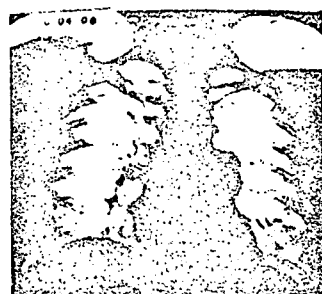
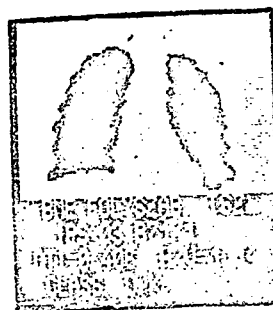
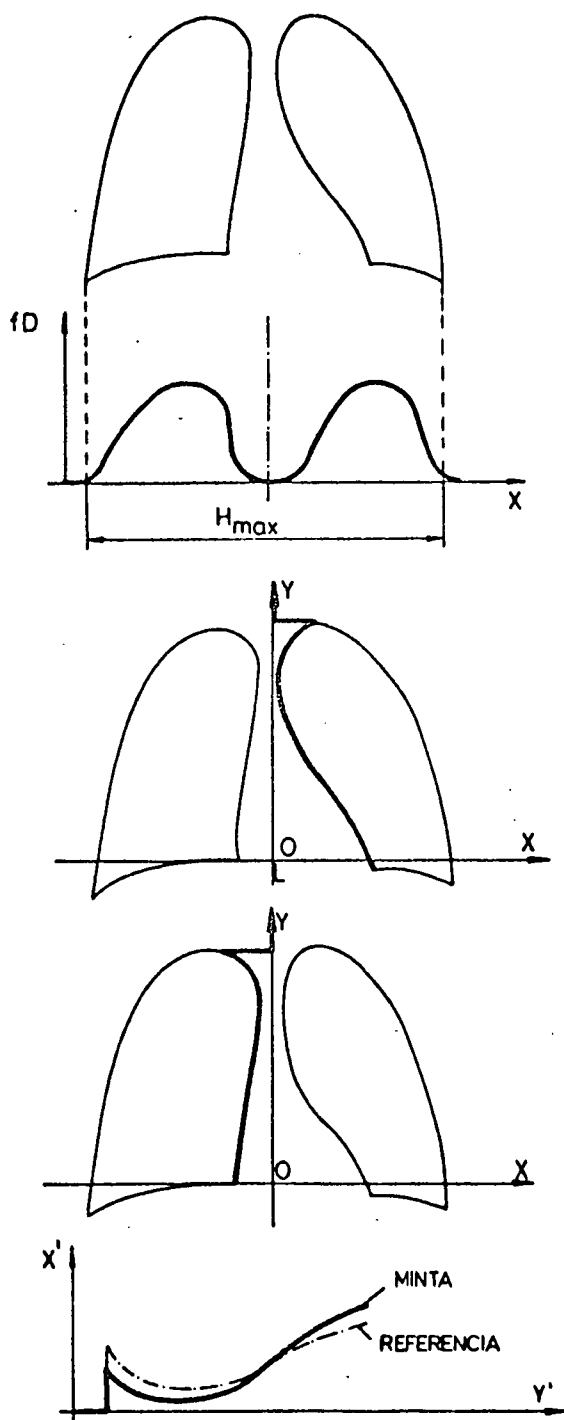


2. ábra

gálata. A döntés kétféle lehet:

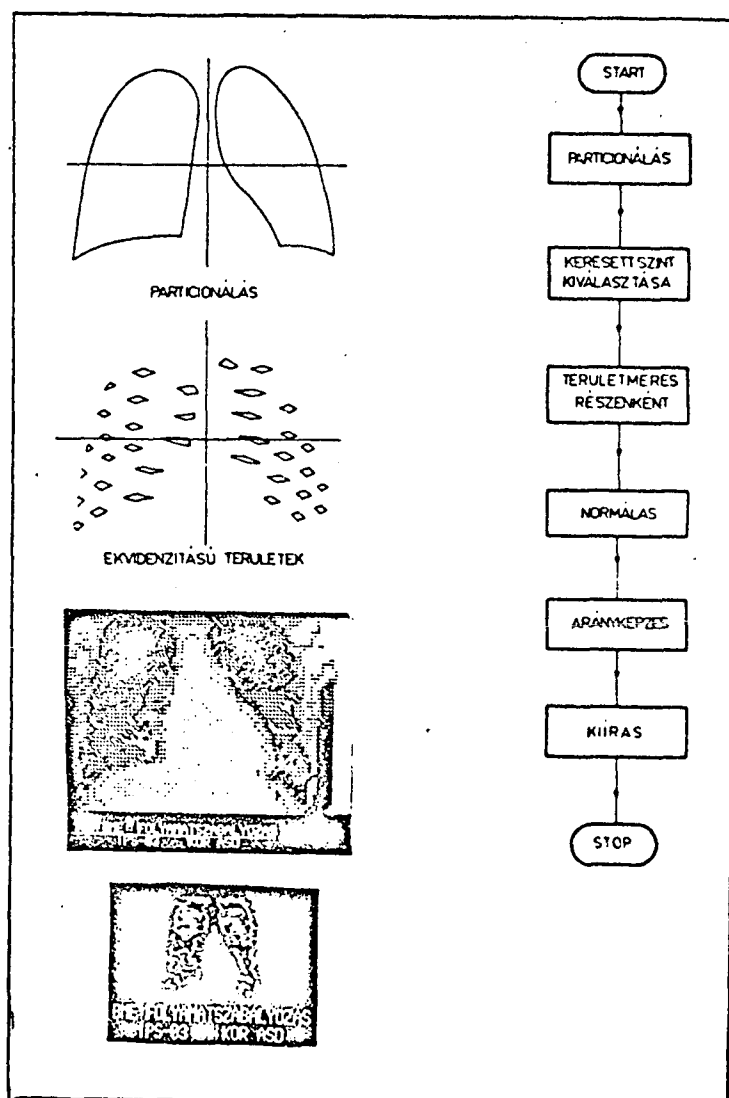
1. most nincs további teendő (O.K.)
2. továbbvizsgálandó más módon (To TEST)

A döntés alapjául szolgáló döntő fontosságú referencia adatokat 8015 nem, testalkat, életkor szerint csoportosított "egészséges" populáció EF képeiből állítottuk elő, szintén számítógépes módszerrel (1). Az alkalmazás egy konkrét példájából mutat képeket a 3. ábra jobboldala. (Megjegyezzük, hogy rendszerünk egy évvel korábbi képet emelt ki TO TEST jelzéssel, mint az orvosi tényleges kiemelés.)



Az egészségügyi ellátás mai szintjén a kiemelés alapkövetelménye a hamis pozitívak minimalizálása, illetve a Neyman-Pearson szerinti false pos./false neg. arány tetszőleges biztosítása.

II. A denzitometria átvilágított - élő vagy élettelen - testszövetek sugáráteresztőképességében felfedhető különbségeket vizsgálja. Praktikus metodikai okokból ezt is a mellkas röntgen felvételekre dolgoztuk ki első lépésként. A 4. ábra mutatja az eljárás menetét. A tüdőmezők középvonal és hilusmagasság szerinti 4 részre osztása után a denzitás minimumokat mutató - bordaközi tüdőszövet - összes apró trapezoid területei kerülnek összegzésre. Parenchymas tüdőbetegek kivételével e területek denzitás különbségei a kvadránsok légtartalmával arányosak, vagyis perfúzió-függőeknek tekinthetők.



4. ábra

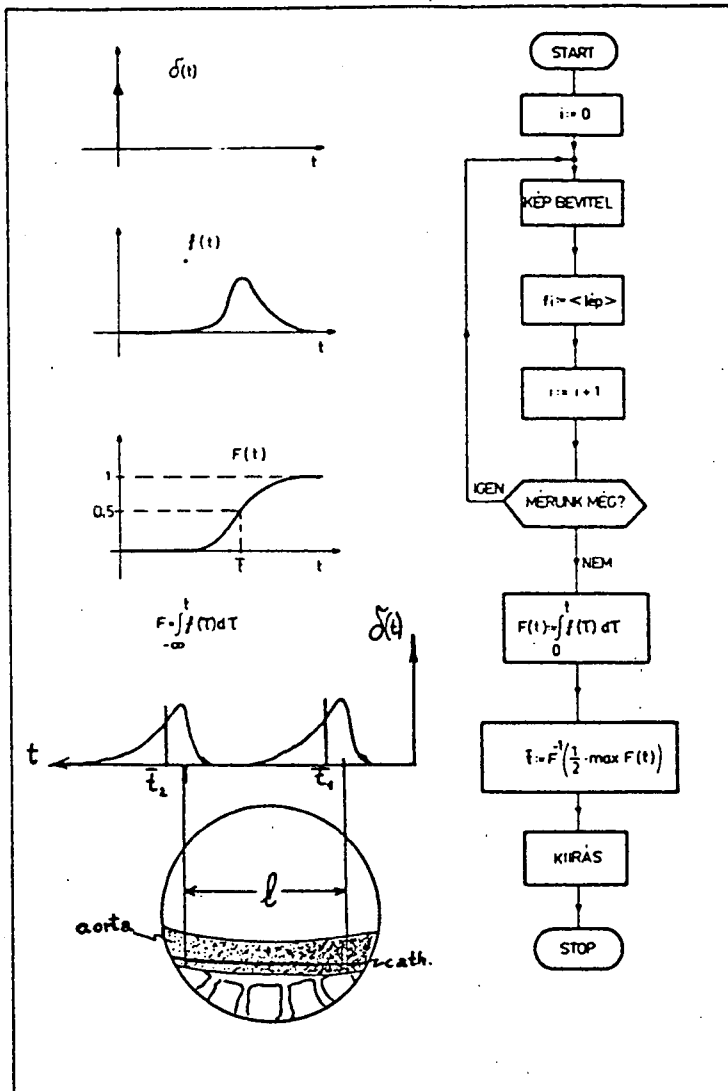
Normalizálás végett az egyes tüdőmezők egymáshoz viszonyított arányát az azonos denzitású összterület %-ban adja meg a program. Ezen kívül az egyes kvadránsok oldalszimmetrikus, továbbá hilusvonalszimmetrikus denzitás-arányait is kiszámítja és kinyomtatja. A szűrkeségi szintek beállítása és egyéb technikai részletek másutt kerültek közlésre (2). Az előkisérletek egyikéből a 4. ábrán mutatunk be képet. Egy válogatás nélküli vegyes anyagból vett tájékoztató jellegű minta eredményeit tünteti fel az alábbi táblázat:

| | |
|---------------------------|---------------------------|
| $37 \pm 6.45 \text{ S.D}$ | $21 \pm 6.86 \text{ S.D}$ |
| $28 \pm 8.21 \text{ S.D}$ | $14 \pm 5.21 \text{ S.D}$ |

valamennyi irányban szignifikáns a differencia ($p < 0.05$). Ez az eredmény igen jól egyezik a klinikai fiziológiai ismerettel, mely szerint a jobb felső tüdőlebeny a leggyengébben perfundált.

III. Az alak- és denzitásváltozások tanulmányozására angiokardiografiás film, ill. képmagnó felvételeket használtunk. A választott ér ismert hosszúságú (l) és keresztmetszetű (A) szakaszán v sebességgel haladó kontrasztanyag az alábbi összefüggés révén teszi kiszámíthatóvá az áramlást: $Q = A \times v$ ml/min. A meghatározás menetét az 5. ábra mutatja be: a denzitás változás - $\sigma(t)$ - sűrűségfüggvényét, majd eloszlásfüggvényét képezve, utóbbiból a vizsgált érszakasz két végén a kontraszt-áthaladás középideje, ill. ezek különbsége (Δt) kiszámítható. (A thoracalis aortában végzett mérés adatai: $l = 9 \text{ cm}$, $\Delta t = 4.5/3 = 1.5\text{s}$, $A = 3.41 \text{ cm}^2$, így: $Q = 3.41 \times 6 \times 60 = 1227 \text{ ml/min}$. - Gravis vitiumos. A Fich elvvel számított perctérfoga 2.1 liter/min volt.)

Összefoglalva: megállapítható, hogy további kutatásra érdemes területnek látszik a medicinában a videodenzitometria mindhárom bemutatott eljárása.



5. ábra

Irodalom

- (1) Naszladi A. és mts.: Pneumologia Hungarica 1977, 241-48.
- (2) Hajnal M. és mts.: Int.Conf.Opt. Res. 1977, 108-125.

Semmelweis OTE Kísérleti Kutató Laboratórium és Bockus Kutató Intézet, Philadelphia

Artériák inkrementális rugalmassági tulajdonságainak változása
simaizom aktiválás hatására

Monos Emil, Hudetz Antal és Cox Robert H.

Bevezető

Az érrendszer rendkívül bonyolult, sajátosan elosztott geometriai és mechanikai viselkedésének tanulmányozása lehetőséget nyújt a vérkeringés szabályozás olyan problémáinak megoldásához, melyek a neurohumorális mechanizmusok izolált elemzése révén megközelíthetetlenek (7). A genetikusan determinált geometriai-mechanikai alapkonstrukció valószínűleg eleve megszab bizonyos principiális szabályozási hatásokat, melyek finomabb méretezése, az aktuális igényekhez való optimális igazítása viszont az érfal simaizomzatának neurohumorálisan irányított aktiv tevékenységéhez kötött.

Korábbi in vitro vizsgálatokban kimutattuk (6,8), hogy különböző hormonok fiziológiás dózisaival történő simaizom aktiválás esetén az artériák geometriai- és feszültségválasza szorosan függ az intraluminális nyomás által beállított pillanatnyi mechanikai állapottól. A geometriai válasz (átmérőrövidülés) maximuma a normális középnyomás alatti értéknél alakult ki minden vizsgált artériatípus esetében. Jelen munkánkban azt elemezzük, hogy a relaxált simaizomzatú érfal anyagi minőségére jellemző inkrementális rugalmassági tulajdonságok miként változnak meg fiziológiás mértékű aktiválás hatására. E kérdés összefügg azzal a feltételezéssel, hogy az artériás rendszer hullámellenállása U-alaku jelleggörbe szerint függ a középnyomástól 100 Hgmm körül kialakuló minimum értékkel (3,9), mely kapcsolat alátámasztja az artériás vérnyomás szélsőértékkereső kényszerlengéses optimális szabályozásának modell-hipotézisét (10,11). Ismert ugyanis, hogy a hullámellenállás szoros függvénye az érfal rugalmassági tulajdonságainak (2).

Módszerek

A méréseket kutya carotis communis (CC) és iliaca (IA) artériákon végeztük kvázi-statikuss körülmények között egy új in vitro technikával (1,8). A kimetszett artéria 2-3 cm-es cilindrikus szakaszát módosított Krebs-Ringer bikarbonát oldatot tartalmazó, 37 °C-os konstans hőmérsékleten tartott szervfürdőben rögzítettük in vivo hosszban. Az intraluminális nyomást lassan (100 Hgmm/min) változtattuk 0-250 Hgmm között, s eközben a nyomás függvényeként regisztráltuk a külső átmérőt és az axiális húzóerőt, mind relaxált mind aktivált (0,5 mikrogram/ml noradrenalin: NA) simaizomzat mellett. Miután e jelleggörbéket 10 Hgmm-es intervallumokban digitalizáltuk, IBM 360/75-ös számítógépen kiszámítottuk az érfal átlagos izotróp inkrementális rugalmassági modulusát (E), átlagos deformáció-energiásűrűségét (W) és az érfal simaizomzatának inkrementális rugalmassági modulusát (E_{iz}) az alábbi egyenletek szerint:

$$E = \frac{3}{2} \frac{\Delta P_i}{\Delta b_i} \frac{a_i^2 b_i}{b_i^2 - a_i^2},$$

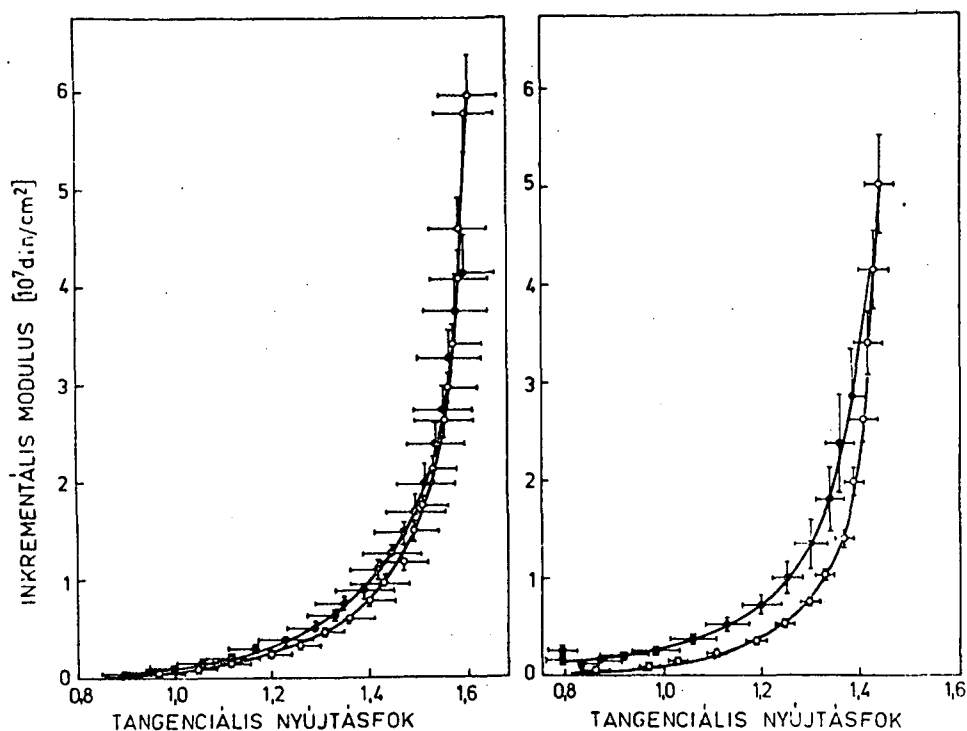
$$W = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{2} \frac{a_i + b_i}{b_i - a_i},$$

$$E_{iz} = b_i \frac{\Delta \sigma_{\theta a}}{b_i},$$

ahol P_i intraluminális nyomás, a_i és b_i az érfal belső és külső sugara az i -edik nyomásszinten, $\sigma_{\theta a}$ pedig a b_i külső átmérőnél kialakuló aktív tangenciális feszültség (4).

Eredmények

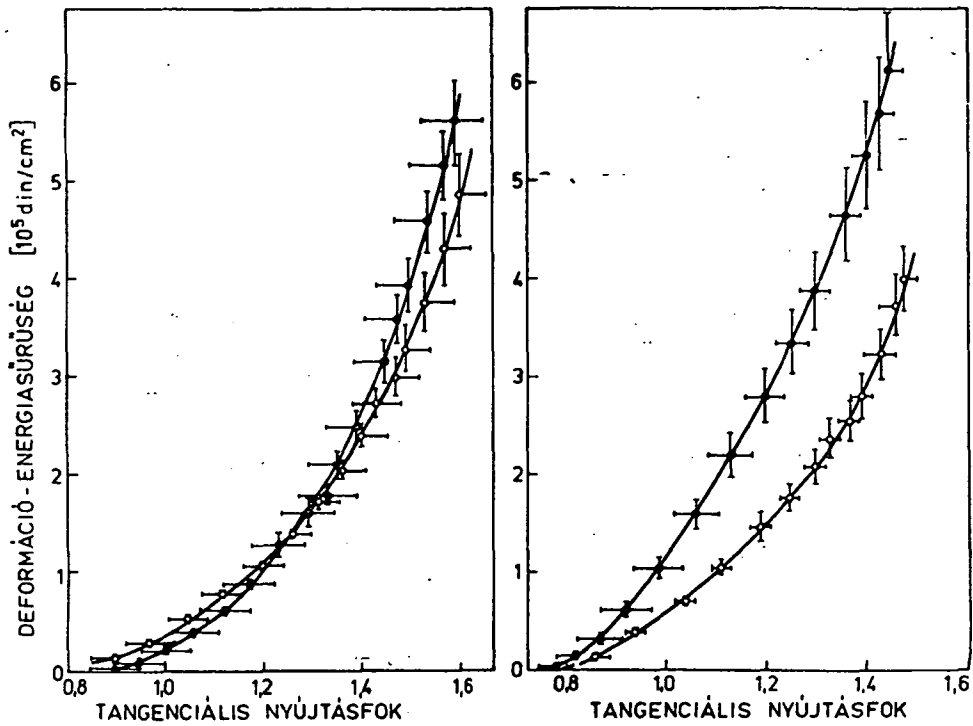
Az átlagos aktív (E_a) és passzív rugalmassági modulus (E_p) tangenciális nyújtásfok függvényében az 1. ábra mutatja. Ilyen összefüggésben a passzív és aktivált érfal rugalmasságát úgy fogjuk fel, mint két különböző anyag jellemző tulajdonságát, mely az ábra



1. ábra

11-11 db passzív (o) és NA-val aktivált (•) CC (baloldalt), valamint IA (jobbaldalt) inkrementális modulusainak átlaga (\pm S.E.M.) a nyújtásfok függvényében

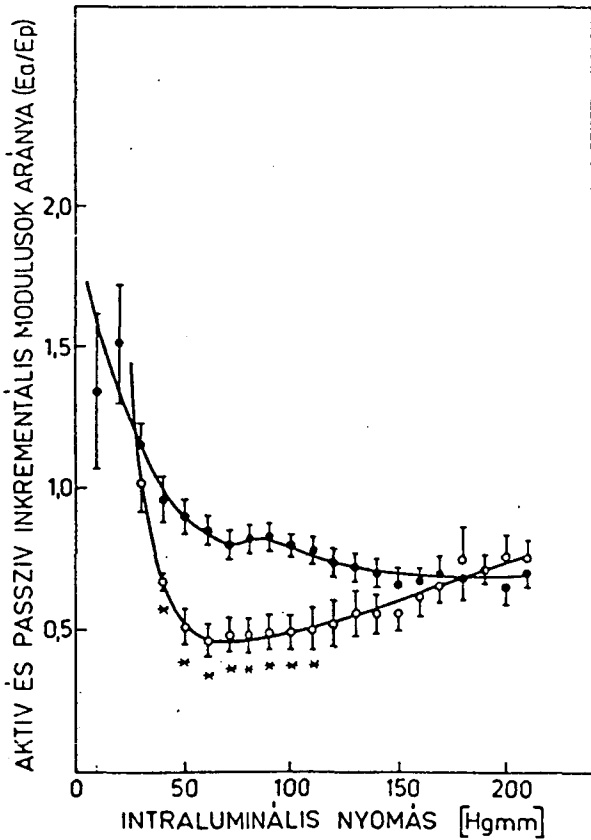
tanúsága szerint is nemlineáris jellegű. Ilyen megközelítésben az aktív és passzív CC artériák rugalmassága nem különbözik szignifikánsan. Az aktivált IA rugalmassági modulus viszont 50-150 %-kal nagyobb, bizonyult a passzív értékénél a 0,85-1,35 nyújtásfok tartományban. A passzív érfalelemek erősen nemlineáris rugalmas jellegét a simaizom kontrakció csak kis mértékben módosította. Ehhez hasonló módon változott az artériák falában tárolt rugalmas energia W is. A normális működéstartományba eső tangenciális nyújtásfokoknál (1,2-1,4) W azonos az aktivált és passzív CC artériák csoportjában (2. ábra). Az aktivált IA fala viszont 60-120 %-kal több rugalmas energiát tárolt, mint a passzív csoport széles (0,85-1,45) nyújtásfok tartományban. Míg fizikai szempontból a rugalmassági jellemzők nyújtás függvényében történő vizsgálata célszerű (5), az élettani folyamatok elemzéséhez, értelmezés-



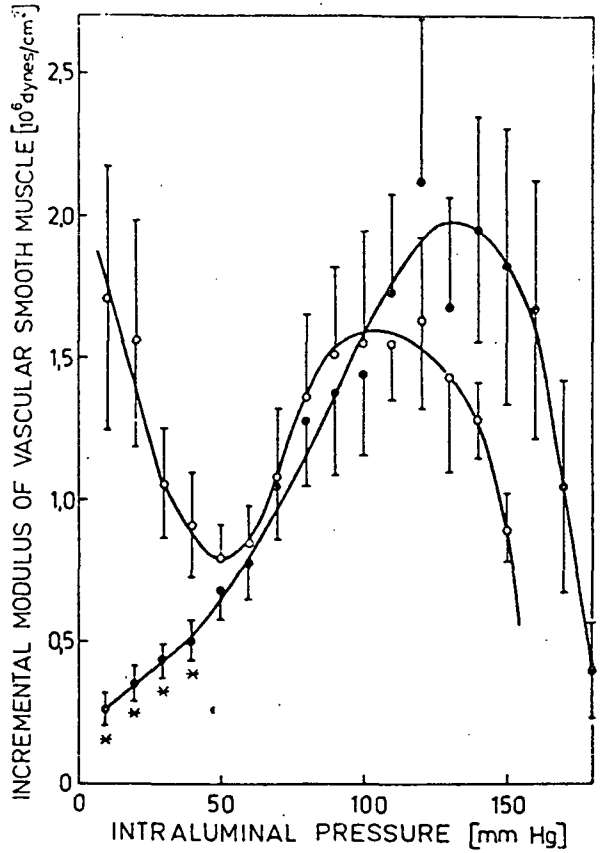
2. ábra
W átlagértékei (\pm S.E.M.) tangenciális nyújtásfok függvényében passzív (o) és NA-val aktivált (\bullet) CC (baloldalt), valamint IA (jobbaldalt) esetében

séhez szemléletesebb információt ad, ha az intraluminális nyomást tekintjük független változónak. Ezért mindkét artéria típusnál megvizsgáltuk, hogyan aránylik egymáshoz E_a és E_p azonos nyomásértékeken (3. ábra). Megállapítható, hogy a simaizom aktiválása alacsony nyomásértékeknél növeli, 30 Hgmm felett azonban jelentősen csökkenti a rugalmassági modulust, azaz növeli a rugalmasságot mind CC, mind IA esetében. A maximális elasztikus választ ($32 \pm 6\%$) CC artériákban 200 Hgmm-en, IA esetében ($54 \pm 6\%$) pedig 60-90 Hgmm-en kaptuk. E nyomásszintek jelentősen meghaladják azokat, melyeknél a maximális geometriai válasz kifejlődött. 40-110 Hgmm tartományban E_a/E_p szignifikánsan különbözik a két artériára nézve: IA esetében $1,36(\pm 0,11)$ -szer kisebb, mint CC-ben ($p < 0,001$).

Mivel CC és IA elasztikus válasza simaizomaktiválásra jelentős eltéréseket mutat, közelítő eljárással megvizsgáltuk az aktivált simaizomzat rugalmasságát is (4. ábra). Megállapítottuk, hogy E_{iz} az 50-120 Hgmm-es tartományban növekszik mind CC, mint E_{iz} IA esetében. Ugyanakkor e tartományban, ahol az elasztikus válaszban szignifikáns különbséget találtunk, E_{iz} a két artériára nézve azonos.



3. ábra
Az aktív (E_a) és a passzív rugalmassági modulusok (E_p) hányadosának átlaga (\pm S.E.M.) az intraluminális nyomás függvényében.
o: IA, •: CC.



4. ábra
CC (•) és IA (o) artériák simaizomzatának átlagos modulusa (\pm S.E.M.) az intraluminális nyomás függvényében.

Következtetések

1.) Azonos dózisu noradrenalin a különböző típusu artériák rugalmassági tulajdonságait eltérő módon befolyásolja, e hatás feltehetően nem az aktivált simaizomzat különböző rugalmasságával magyarázható.

2.) Az érfal rugalmasság simaizmok által történő irányítása - szemben az érgeometria szabályozásával - a normális fiziológiának és a hipertóniásnak megfelelő nyomástartományban a leghatékonyabb.

3.) A simaizomkontrakció hatására magas nyomásnál létrejövő rugalmasságnövekedés mértékét az artériafal passzív rugalmassági jellemzői határozzák meg.

Irodalom

- (1) Cox R.H.: J. Appl. Physiol, 36, 381, 1974.
- (2) Cox, R.H.: Amer. J. Physiol. 229, 1371, 1975.
- (3) Cox, R.H.: Amer. J. Physiol, 231, 420, 1976.
- (4) Dobrin, P.B., Canfield, T.R.: Circulat, Res. 33, 454, 1973.
- (5) Hudetz, A., Szutrély, J., Monos, E.: 7. Neumann Kollokvium, Szeged, 193, 1977.
- (6) Monos, E.: 5. Neumann Kollokvium, Szeged, 287, 1975.
- (7) Monos, E.: A Biológia Aktuális Problémái 9. Medicina, Budapest, 73, 1977.
- (8) Monos, E., Cox, R.H., Peterson, L.H.: Kísér. Orv. Tud., 29, 28, 1977.
- (9) Monos, E., Szűcs, B.: Kísér. Orv. Tud. (közlés alatt)
- (10) Szűcs, B., Monos, E.: 5. Neumann Kollokvium, Szeged, 191, 1975.
- (11) Szűcs, B., Monos, E., Csáki, F.: IFAC 6th World Congress, Boston, Mass., 54:5, 1975.

Semmelweis Orvostudományi Egyetem Kísérleti Kutató Intézet

Az érfal nemlineáris viszkoelasztikus tulajdonságainak
modellezése

Hudetz Antal és Monos Emil

Bevezetés

Az erek mechanikai modellezésének fontosságát számos indok támasztja alá (4). Pl.: 1.) A vérkeringés dinamikáját kellő hűséggel tükröző matematikai modell felállításához az ereket - mint rendszerelemeket - is modelleznünk kell. 2.) Az érfal mechanikai jellemzőinek kóros megváltozásait vizsgálva közelebb juthatunk a különböző érbetegségek, így az arteriosclerosis pathomechanizmusának tisztázásához. 3.) Érprotézisek tervezésekor fontos a mechanikai jellemzők egzakt megadása, hogy a lokális haemodinamikai viszonyoknak megfelelő anyagi minőségű póteret lehessen készíteni.

A nagyerek fala - hasonlóan a legtöbb biológiai szövethez - viszkoelasztikus, azaz idő- és frekvenciafüggő mechanikai viselkedést mutat. Az érfal ezenkívül viszkoelasztikus tulajdonságaira nézve anizotróp és nemlineáris, amit figyelembe kell vennünk a felállítandó mechanikai modellben. Mechanikai modellen a falfeszültségek és a deformációmennyiségek kapcsolatát kifejező összefüggéseket, az un. alapegyenleteket értjük, melyek a viszkoelasztikus tulajdonságokat jellemző anyagi paramétereket, függvényeket, vagy modulusokat tartalmazzák. Sok esetben az alkalmazásokhoz elegendő, ha a viszkoelasztikus jellemzőket az érfal egy előzetesen deformált állapotában kis deformációkra meg tudjuk adni. Ezen kisdeformációs anyagi jellemzők az un. inkrementális modulusok (1). E modulusok az érfal nagy deformációira is érvényes nemlineáris modellből lényegében munkaponti linearizálással nyerhetők. A periódikus terhelés, vagy deformáció esetén mutatott viszkoelasztikus tulajdonságok vizsgálatakor célszerű mind a nemlineáris, mind az inkrementális alapegyenleteket a frekvenciatartományba transzformálni. Az időfüggő modulusok és anyagi függvények szerepét ekkor a frekvenciafüggő komplex modulusok és anyagi függvények veszik át.

Korábban megmutattuk (3), hogy bizonyos feltételek teljesülése esetén (homogén, hangeresen ortotróp, inkompresszibilis érfal, állandó érhossz) a nagyerek viszkoelasztikus tulajdonságainak modellezésére a viszonylag egyszerű Stafford-féle polinomiális alapegyenletek alkalmazhatók. Jelen dolgozatban a nemlineáris viszkoelasztikus elmélet komplex modulusait tárgyaljuk általános esetben, és a Stafford-féle közelítésekben mind nemlineáris nagy deformációk, mind inkrementális deformációk esetére.

Nemlineáris alapegyenletek és modulusok

Tegyük fel, hogy az érfal homogén, inkompresszibilis, hengeresen ortotróp (1,4) és hossza állandó. Fiziológias típusu terhelés hatására (belső nyomás, axiális húzás) csak normál feszültségek lépnek fel (T_r : radiális, T_θ : tangenciális, T_z : radiális) a hengerszimmetrikus érfalban. Az érfal viszkoelasztikus funkcionál-alapegyenletei ekkor formálisan a következők:

$$\begin{aligned} T_\theta(t) - T_r(t) &= \mathcal{F}[\varepsilon(\tau)] \\ T_z(t) - T_r(t) &= \mathcal{G}[\varepsilon(\tau)] \end{aligned} \quad , \quad /1/$$

ahol ε a Langrange-féle tangenciális vagy radiális nyulásmérték, \mathcal{F} és \mathcal{G} pedig két nemlineáris funkcionál, melyek a $(-\infty, t)$ intervallumon vannak értelmezve, és t a megfigyelés időpontja. Az /1/ alapegyenleteket végtelen integrál-polinomiális alakban is felírhatjuk (3):

$$T(t) = \int_0^\infty \phi_1(s_1) \dot{\varepsilon}(t-s_1) ds_1 + \int_0^\infty \int_0^\infty \phi_2(s_1, s_2) \dot{\varepsilon}(t-s_1) \dot{\varepsilon}(t-s_2) ds_1 ds_2 + \dots \quad /2/$$

ahol $T(t)$ az /1/ baloldalán szereplő feszültségkülönbségek egyikét jelenti. A ϕ feszültségre relaxációs függvények a viszkoelasztikus anyagi tulajdonságokat jellemzik.

A relaxációs függvények egy oldalas Fourier transzformáltját a következőképpen definiáljuk:

$$\varphi_n(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n) = \int_0^\infty \dots \int_0^\infty \phi_n(s_1, s_2, \dots, s_n) \exp -i(\omega_1 s_1 + \omega_2 s_2 + \dots + \omega_n s_n) ds_1 ds_2 \dots ds_n \quad /3/$$

Ha az $\varepsilon(t)$ deformáció időben periódikus, akkor N db $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_N$ harmonikusra bontható, azaz:

$$\varepsilon(t) = \sum_{k=1}^N \varepsilon_k(t) = \sum_{k=1}^N \varepsilon_k e^{i\omega_k t}.$$

$\varepsilon(t)$ -t /2/-be helyettesítve, /3/ felhasználásával az alapegyenlet a következő alakban írható:

$$T(t) = \sum_{k=1}^N E_1(\omega_k) \varepsilon_k(t) + \sum_{k=1}^N E_2(\omega_k, \omega_k) \varepsilon_k(t) \varepsilon_k(t) + \dots \quad /4/$$

ahol

$$E_n(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n) = i^n \omega_1 \omega_2 \dots \omega_n \varphi(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n) \quad /5/$$

az n -ed rendű komplex modulus. (/5/-ben az ω -k nem azonosak a /4/-beli harmonikusok frekvenciájával!) Periódikus gerjesztés esetén tehát a komplex modulusok teremtenek közvetlen kapcsolatot feszültség és deformáció között.

A /2/-ben szereplő többváltozós relaxációs függvények kiküszöbölésére Stafford (6) három egyszerűsítést vezetett be.

A relaxációs függvényeket 1.) lineáris kombinációval, 2.) nemlineáris szuperpozícióval, vagy 3.) szorzatalakban állította elő új egyváltozós relaxációs függvényekből /3/. E feltevések bevezetésével /5/ a következő alakokat ölti:

$$E_n^L(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n) = \frac{1}{n} \left[E_n^L(\omega_1) + E_n^L(\omega_2) + \dots + E_n^L(\omega_n) \right]$$

$$E_n^S(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n) = E_n^S(\omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_n) \quad /6/$$

$$E_n^P(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n) = \left[E_n^P(\omega_1) E_n^P(\omega_2) \dots E_n^P(\omega_n) \right]^{1/n}$$

ahol

$$E_n^L(\omega) = i \omega \varphi_n(\omega)$$

$$E_n^S(\omega) = i \omega \varphi_n(\omega)$$

/7/

$$E_n^P(\omega) = [i \omega \varphi_n^{1/n}(\omega)]^n$$

új egyváltozós komplex modulusok. Az L, S, P betűk a linearitás (L), szuperpozíció (S) és szorzat (P) közelítésekre utalnak. /6/ behelyettesítésével /4/ a következőképpen alakul:

$$T(t) = \sum_{k=1}^N E_1^L(\omega_k) \varepsilon_k(t) + \sum_{k,l=1}^N E_2^L(\omega_k) \varepsilon_k(t) \varepsilon_l(t) + \dots$$

$$T(t) = \sum_{k=1}^N E_1^S(\omega_k) \varepsilon_k(t) + \sum_{k,l=1}^N E_2^S(\omega_k + \omega_l) \varepsilon_k(t) \varepsilon_l(t) + \dots \quad /8/$$

$$T(t) = \sum_{k=1}^N E_1^P(\omega_k) \varepsilon_k(t) + \sum_{k,l=1}^N E_2^P(\omega_k) E_2^P(\omega_l)^{1/2} \varepsilon_k(t) \varepsilon_l(t) + \dots$$

A Stafford-féle közelítések felhasználásával tehát a nemlineáris alapegyenletek egyváltozós komplex modulusokkal is felírhatók. Egyetlen harmonikus esetén mindhárom /8/ egyenlet azonos alakra egyszerűsödik:

$$T(t) = E_1(\omega) \varepsilon(t) + E_2(\omega) \varepsilon(t)^2 + E_3(\omega) \varepsilon(t)^3 + \dots \quad /9/$$

Ha a deformáció kicsi, azaz $\varepsilon(t) \ll 1$, akkor a /2/, /4/, /8/ és /9/ egyenletekben az ε -ban elsőnél magasabb rendű tagok elhanyagolhatóak, és így a klasszikus lineáris elmélet megfelelő egyenleteit kapjuk.

Inkrementális alapegyenletek és modulusok

Tekintsük a következő ε_0 kezdeti- és $\Delta \varepsilon(t)$ inkrementális megnyúlásból összetett deformáció történetét:

$$\varepsilon(t) = \varepsilon_0 h(t-a) + \Delta \varepsilon(t),$$

ahol $\Delta \varepsilon(t) \ll 1$ és $\Delta \varepsilon(t) = 0$, ha $t \leq 0$. $h(t)$ az egységugrás függvény. $\varepsilon(t)$ -t /2/-be helyettesítve, $\Delta \varepsilon(t)$ -ben csak az elsőrendű tagokat megtartva és $a \rightarrow -\infty$ esetén /2/ így alakul:

$$\Delta T(t) = \int_0^t \phi_{inc}(s) \dot{\varepsilon}(t-s) ds,$$

ahol

$$\Delta T(t) = t(t) - \phi_1(\infty) \varepsilon_0 - \phi_2(\infty) \varepsilon_0^2 - \phi_3(\infty) \varepsilon_0^3 - \dots,$$

$$\phi_{inc}(s) = \phi_1(s) + 2 \varepsilon_0 \phi_2(\infty, s) + 3 \varepsilon_0^2 \phi_3(\infty, \infty, s) + \dots$$

Itt $\phi_{inc}(s)$ az un. inkrementális relaxációs függvény, vagy modulus. N harmonikusból álló periódikus gerjesztés esetén Fourier transzformációval kapjuk, hogy

$$\Delta T(t) = \sum_{k=1}^N E_{inc}(\omega_k) \Delta \varepsilon_k(t) \quad /10/$$

ahol

$$E_{inc}(\omega) = i \omega \varphi_{inc}(\omega)$$

$$= i \omega [\varphi_1(\omega) + 2 \varepsilon_0 \varphi_2(\infty, \omega) + 3 \varepsilon_0^2 \varphi_3(\infty, \infty, \omega) + \dots]$$

az inkrementális komplex modulus. Megjegyezzük, hogy a relaxációs függvények itt csak az utolsó változójuk szerint vannak transzformálva. Ha nincs kezdeti deformáció, azaz $\varepsilon_0 = 0$, akkor

$$\varphi_{inc} = \varphi_1 \text{ és } E_{inc} = i \omega \varphi_1, \text{ tehát}$$

a polinomiális elmélet első rendű közelítését kapjuk. Inkrementális deformációk esetén, azaz amikor $\varepsilon_0 \neq 0$, a magasabb rendű relaxációs függvényeket is figyelembe kell venni.

A Stafford-féle feltételek bevezetésével az inkrementális komplex modulus következő kifejezései nyerhetők:

$$\begin{aligned}
 E_{inc}^L(\omega) &= \varepsilon_0 \phi_2(\infty) + 2\varepsilon_0^2 \phi_3(\infty) + \dots \\
 &\quad + i\omega \left[\varphi_1(\omega) + \varepsilon_0 \varphi_2(\omega) + \varepsilon_0^2 \varphi_3(\omega) + \dots \right], \\
 E_{inc}^S(\omega) &= i\omega \left[\varphi_1(\omega) + 2\varepsilon_0 \varphi_2(\omega) + 3\varepsilon_0^2 \varphi_3(\omega) + \dots \right], \quad //1/ \\
 E_{inc}^P(\omega) &= i\omega \left[\varphi_1(\omega) + 2\varepsilon_0 \varphi_2^{1/2}(\infty) \varphi_2^{1/2}(\omega) + \right. \\
 &\quad \left. + 3\varepsilon_0^2 \phi_3^{1/3}(\infty) \varphi_3^{2/3}(\omega) + \dots \right].
 \end{aligned}$$

Összefoglalás

A fentiekben megmutattuk, hogy a polinomiális viszkoeelasztikus alapegyenletek elvileg alkalmazhatók homogén, inkompresszibilis, hengeresen ortotróp erek mechanikai tulajdonságainak modellezésére. Nem vettük figyelembe az analízisben, hogy az érfal élő szövet, az ezzel kapcsolatos problémákkal azonban másutt már foglalkoztunk (2,3).

Bevezettük a többváltozós komplex modulusokat, melyek segítségével a nemlineáris viszkoelasztikus tulajdonságok tetszőleges periódikus gerjesztés esetén jellemezhetők. A kisdeformációs viszkoelasztikus viselkedés leírására az inkrementális relaxációs és komplex modulusokat definiáltuk. Az inkrementális modulusok expliciten függenek a kezdeti deformációtól és a nemlineáris mechanikai tulajdonságokat leíró magasabb rendű relaxációs függvényektől.

A Stafford-féle közelítések bevezetésével az alapegyenletek egyváltozós viszkoelasztikus anyagi függvényekkel írhatók fel mind nemlineáris, mind inkrementális esetben. Az egyváltozós relaxációs függvények kísérletileg egyszerűen meghatározhatók (3). Így a relaxációs függvények /3/ szerinti Fourier transzformáltjait előállítva a nagydeformációs és inkrementális komplex modulusok /6/ és /7/ ill. /11/ összefüggések alapján kiszámíthatók. Vibrációs tesztek alkalmazásával a komplex modulusok /4/, /8/, /10/ szerint közvetlenül is meghatározhatók (5). Az előbbi módszer kis ($\ll 1$ Hz), az utóbbi nagyobb frekvenciákon lehet előnyös.

Irodalom

- (1) Hudetz A.: Kontinuummechanikai módszerek az érfal reológiai tulajdonságainak vizsgálatában. Mérés és Automatika, 25, 377-382, 1977.
- (2) Hudetz A., Szutrély J., Monos E.: Nagyartériák nemlineáris anizotróp rugalmassági tulajdonságainak modellezése. 7. Neumann Kollokvium, Szeged, 193-212, 1977.
- (3) Hudetz A., Szutrély J., Monos E.: Nemlineáris viszkoelasztikus érfal-modellek. IV. Orvostechikai Konferencia, Budapest, 232-233, 1977.
- (4) Monos E.: A nagyartériák biomechanikai tulajdonságai. A Biológia Aktuális Problémái 9. 73-131, Medicina, Budapest, 1977.
- (5) Monos E., Cox, R.H., Peterson, L.H.: Fiziológias dózisu arginin-vasopressin direkt hatása az artériafalra in vivo. Kísérletes Orvostudomány 29, 366-375, 1977.
- (6) Stafford, R.O.: On mathematical forms for the material functions in nonlinear viscoelasticity. J. Mech. Phys. Solids 17, 339-358, 1969.

MÁV Tudógyógyintézet és MTA KFKI Bioelektronikai Csoport

Betegek osztályozása cluster analizissel, személyiség-kérdőív a-
lapján

Ghyczy Kálmán és B.Nagy András

Az orvos számára - filozófiai meggondolásoktól függetlenül is - nyilvánvaló, hogy tudatunkban a világ kétféleképpen tükröződik. Egyfelől az anyagnak nevezett valóságban, másfelől valaminben, ami nem mérhető a szokásos mértékrendszerekkel: érzélem, gondolat, akarat. Elegendő ha most ilyen értelemben különítjük el az un. testieket az un. lelkiektől.

Egészségben és betegségben a kettő szorosan összefonódik és ebből az következik, hogy kizárólagos testi vizsgálat egymagában nem elegendő. Éppen a belgyógyász orvos elé kerülő betegek egy tekintélyes hányadában tér el egymástól nagyon a tünet és a lelet.

Jó lenne a beteg "lelkébe látni", de részletes pszichológiai exploráció a belorvoslásban szinte lehetetlen.

Jó tapasztalatokat szereztünk egy, a klinikumon belüli szűrővizsgálat céljára szolgáló paciens-kérdőívvel (4). Ezen felbátorodva most egy un. személyiség-kérdőívvel tettünk kísérletet. Az ilyen személyiség-kérdőív célja nem lehet az egyéniség megismerése. Jó, ha segítségével bizonyos un. típusokat - azaz csoportokra jellemző vonásokat - fedezünk fel. Természetesen az ilyen osztályozástól is elvárjuk, hogy az az orvoslás során felhasználható adatot nyújtjon.

A személyiség a lelki jegyek összessége. Megítélésében csaknem mindenki tévedhetetlennek tartja magát, de ugyanazon személyre vonatkozóan még a szakemberek véleménye is eltérő lehet. Ennek oka az eltérő elméleti alap (ha úgy tetszik: iskola vagy tan).

Mi a viselkedéslélektan és a nervizmus talaján állunk.

Számos - a kérdőíves vizsgálatra vonatkozó - kérdésben Brengelmann (1) és Eysenck (2) álláspontját fogadjuk el.

Szeke jelű (személyiség kérdőív) kérdőívünkben a már bevált kártyaválogató módszert alkalmazzuk. Ez kötetlen sorrendben kínál 4x20 kérdést, vagy inkább megállapítást. A három megengedett válasz: igen, nem és nem tudok dönteni.

A négy ugynevezett jellegskála kérdéseit sok kérdőívből válogattuk össze. Ez az irodalomban régóta így szokásos. (1. ábra).

| | | | | |
|---|--|---|---|---|
| 1 | CALIFORNIA PSYCHOLOGICAL INVENTORY: R-SCALE | | | R |
| 2 | BRENGELMANN: PERSÖNLICHKEITS FRAGEBOGEN (E,N,NR) | E | N | R |
| 3 | BRODMAN: CORNELL MEDICAL INDEX (M,P,Q,R) | | | N |
| 4 | EYSENCK: MAUDSLEY MEDICAL QUESTIONNAIRE (MMQ) | | N | Ö |
| 5 | -II- MAUDSLEY PERSONALITY INVENTORY (MPI) | E | N | |
| 6 | NIGNIEWITZKY: RIGIDITY SCALE | | | R |
| 7 | ROKEACH: DOGMATISM | | | R |

1. ábra

Kérdéseink az ábrán olvasható kérdőívekből származnak szabad fordításban. A skálák - a mintaivekből átvett - neve: neuroticizmus, extra-intraverzió, rigiditás és őszinteség. Ezek értelme: az első a személyiség ellenállóképességére, ill. érzékenységére utal. A második mutatja, hogy belső ösztönző ereje inkább a külvilág, vagy inkább önmaga felé fordul. A harmadik annak a jele, hogy mennyire szélsőséges, ill. türelmetlen a kísérleti személy (ksz). A negyediket (az őszinteséget) az irodalom hazugság-skálának is nevezi. Ha ugyanis a ksz. ebben "megszépíti önmagát", akkor az egész tesztet elvetik, mint értékelhetetlent. Mi nem ilyen értelemben kívánjuk felhasználni (3). Természetesen a kérdőív-"elődökben" a skálák nem ilyen összeválogatásban fordulnak elő. Az ábrán a kérdőív utáni betűjel mutatja, hogy az eredeti kérdőív milyen skálát vagy skálákat tartalmaz.

Munkánk inkább fejlesztés, mint utánzás. A kérdőív-szerkesztés három leglényegesebb szakasza: a kérdések megválasztása, a kérdőívpontok elemzése (item analízis) és a kérdőív értékmérése (validizáció).

A kérdéskiválasztás mindig szubjektív, egyéb szempontjait az imént ismertettük.

A kérdőívpontokat 126 eset kapcsán elemeztük. Nem célunk ezen vizsgálatok eredményeit részletezni, csupán megállapítjuk: az index-tulajdonságok megengedik azt a feltételezést, hogy az egyes vonások nagyobb elért pontszám (több igen) esetén kifejezettebbek. Az egyes skálák csak rendezett (ordinális) skálák. Egymástól bizonyos fokig függetlenek, de ortogonalitásuk nem bizonyítható. Az értékmérés szokásos szempontjai a következők voltak:

1. A tárgyilagosság (objektivitás).
2. A megbízhatóság (reliabilitás).
3. Az érzékenység (validitás).

Az elsővel foglalkoznunk nem kell, mert önkitöltős kérdőívről van szó, és azok tárgyilagossága az irodalom szerint 100 %.

A megbízhatóságot újra-kitöltés révén ugynevezett teszt-reteszt korreláción mértük. 64 eset átlaga 0,80 volt (a szélső értékek 0,62, ill. 0,93). Tehát az eredmény jó. Az érvényességet külső validizáló kritériumon ítéltük meg, ezen alkalommal egy másik kérdőíven.

A kérdőív jelenlegi elsődleges feladata az un. neurotikusok felfedése volna.

Az 1975-ben bevezetett és azóta is használt Kiske (kisérő kérdőív) klinikai kérdőívünk lineárisan szeparáló tanuló típusú döntési algoritmus révén, hat bejegyzésoztály automatikus elkülönítésére alkalmas. Ezen osztályok egyike a neurozis, amit a kérdőív feldolgozására szolgáló ODS jelű program 81 %-os érzékenységgel és 92 %-os fajlagossággal ismer fel.

Megvizsgáltuk 85, a Kiske alapján neurotikusnak ítélt betegünk Szeke szerinti osztályozását.

A Szeke skálánkénti "igen" pontszáma szolgált az automatikus osztálybasorolás (cluster analízis) alapjául.

A betegek "közlékenysége" különböző, ezért nem a nyers, hanem az összpontszámra normált pontszámból indultunk ki.

Hiszen az egyik skálán éppen elért pontszámnak nagyobb a súlya a kicsi, mint nagy összpontszám mellett. Skáláinkon minden ksz valahol a két véglet között helyezkedik el, és legalább néhány kérdésre mindenki igent mond. Ezért a besorolást egy önkényes küszöbhez szabja az algoritmus. Jelenleg a 30 %-hoz.

Az irodalomból ismert centroid módszert alkalmaztuk. Ez agglomeratív és hierarchikus cluster eljárás.

A GACA jelű algoritmus a 85 páciens a 2. ábra szerinti osztályokba sorolta. A csoportok a 0,85 hasonlósági szinten alakultak ki.

| No | I | E | N | R | Ö | ΣFÖ | % |
|----|---|---|---|---|---|------|-----|
| 1 | I | | N | | | 24 | 28 |
| 2 | | E | N | | | 21 | 25 |
| 3 | I | | N | R | | 2 | 2 |
| 4 | | | N | R | | 4 | 5 |
| 5 | | E | | R | | 5 | 6 |
| 6 | | E | | | Ö | 11 | 13 |
| 7 | I | | | R | | 11 | 13 |
| 8 | | | | | Ö | 4 | 5 |
| 9 | - | - | - | - | - | 3 | 4 |
| | | | | | | Σ 85 | 100 |

2. ábra

A neuroticizmust tartalmazó csoportok az egész minta 60 %-át, a többszörös személyiségvonások további kb. 30 %-ot tesznek ki. Az érzékenységet kielégítőnek tartjuk.

Nem várható el, hogy a hagyományos és szubjektív orvosi megítélésen alapuló neurozis dg., ill. a csupán szomatikus panaszokat kérdező Kiske tükröző képessége, valamint a Szeke szerinti neuroticizmus fogalom egymást pontosan fedje.

Egyéb eredmények: további 150 betegünk cluster analizise a 3. ábrán látható osztályokra vezetett.

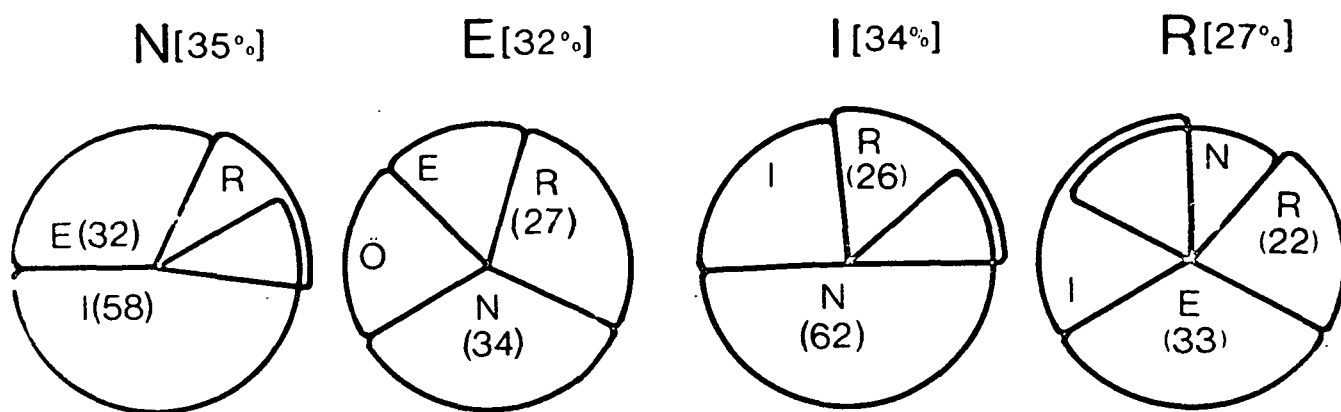
| No | I | E | N | R | Ö | ΣFO | % |
|----|---|---|---|---|---|-------|-----|
| 1 | I | | N | | | 25 | 17 |
| 2 | - | - | - | - | - | 18 | 12 |
| 3 | | E | N | | | 17 | 11 |
| 4 | | E | | R | | 13 | 9 |
| 5 | I | | | | | 12 | 8 |
| 6 | | E | | | O | 11 | 7 |
| 7 | | | | R | | 9 | 6 |
| 8 | | E | | | | 8 | 5 |
| 9 | I | | | R | | 7 | 5 |
| 10 | I | | N | R | | 6 | 4 |
| 11 | | | | | O | 6 | 4 |
| 12 | | | N | R | | 5 | 3 |
| | | | | | | Σ 137 | 91 |
| 13 | ? | ? | ? | ? | ? | 13 | 9 |
| | | | | | | Σ 150 | 100 |

3. ábra

Itt a neuroticizmus gyakoriság csak 35 %, a többszörös személyiségvonások további 20 %-ban fordulnak elő. Ez az osztályon szerzett orvosi benyomással nem áll ellentétben.

A skálák függetlenségéről a változók clusterezésével tájékozódunk. A négy változó csupán igen alacsony hasonlósági szinten alkotott osztályokat. Így ortogonalitásuk elfogadhatónak látszik.

Az itemanalízis során ez nem volt bizonyítható. Tehát az eljárás bizonyos szempontból a kérdőív minősítésére is használható. A személyiségvonások természetesen ötvöződnek. Ezt, valamint az anyagunkban előfordulásukat példázza a 4. ábra. (Az átfedés folytán a kördiagrammokban 100-nál több % tűnik fel). A leggyakoribb ugyan az introvertált-neurotikus, de a jellegek eloszlása nem szélsőséges. Feltűnő, hogy az un. őszinteség alig fordul elő, s akkor is inkább az extraverzióval együtt.



4. ábra

Ez a skála nyilván mást is jelent. Talán szorongást (legalábbis erre utal néhány megfigyelésünk).

A további feladat a keletkezett csoportok tanulmányozása, esetleg újracsoportosítás után is.

A Szeke az esetek többségében már most is jó tájékoztatást nyújt a mindennapos osztályos munkában.

Irodalom

- (1) Brengelmann, J. C., Brengelmann, L.: Deutsche Validierung von Fragebogen der Extraversion, Neurotischen Tendenz und Rigidität. Zsehr. exp. u. angew. Psychol. 7. 1960. 291-331.
- (2) Eysenck, H. - J.: Neurose, Konstitution, Persönlichkeit, Zsehr. Psychol. 172. 1960. 145-181.
- (3) Faulwasser, H., Kittlaus, H.: Zur Ökonomie des Maudsley Medical Questionnaire (MMQ). Psych. Neurol. med. Psychol. 25. 1973. 276-281.
- (4) Ghyczy K., B. Nagy A.: Klinikai kérdőívek automatikus értékelése (eredmények). 7. Neumann Kollokvium, Szeged, 1976.

Országos Idegsebészeti Tudományos Intézet és Kandó Kálmán
Villamosipari Műszaki Főiskola

Az EEG-ből Fourier analízissel nyert adatok további feldolgo-

zása

Bodó M., Tóth J., Pásztor A., Tomka I. és Pásztor E.

Az EEG genezisének alapjai a felfedezése óta végbement fejlődés ellenére sem egyértelműen tisztázottak, a medicinális és biológiai rutinmunkában és kutatásban azonban nélkülözhetetlen módszernek számít. Ez az ellentmondás csak része a medicinára, mint empirikus tudományra érvényes általános jellemzőnek.

Vizsgálatainkban a problémát nem az alapkutatás felől közelítjük meg, ami azt a kérdést is jelentené többek között, hogy jel-e az EEG egyáltalán (1), hanem kissé prakticista módon azt kérdezzük, mit lehet kezdeni vele, ha már van.

Hazánkban az EEG készülékek terjedésével párhuzamosan lassan ismertté válik az is, hogy mire jó e metodika. Ugyanezt mondhatjuk az EEG Fourier-analízisééről is, azzal a kiegészítéssel, hogy a metodika elterjedése még kezdeti állapotban van. Ugy véljük - ismerve a fenntartásokat -, hogy a Fourier-analízisnek az EEG-hez hasonló a viszonya, mint az EEG-nek az agyműködéshez.

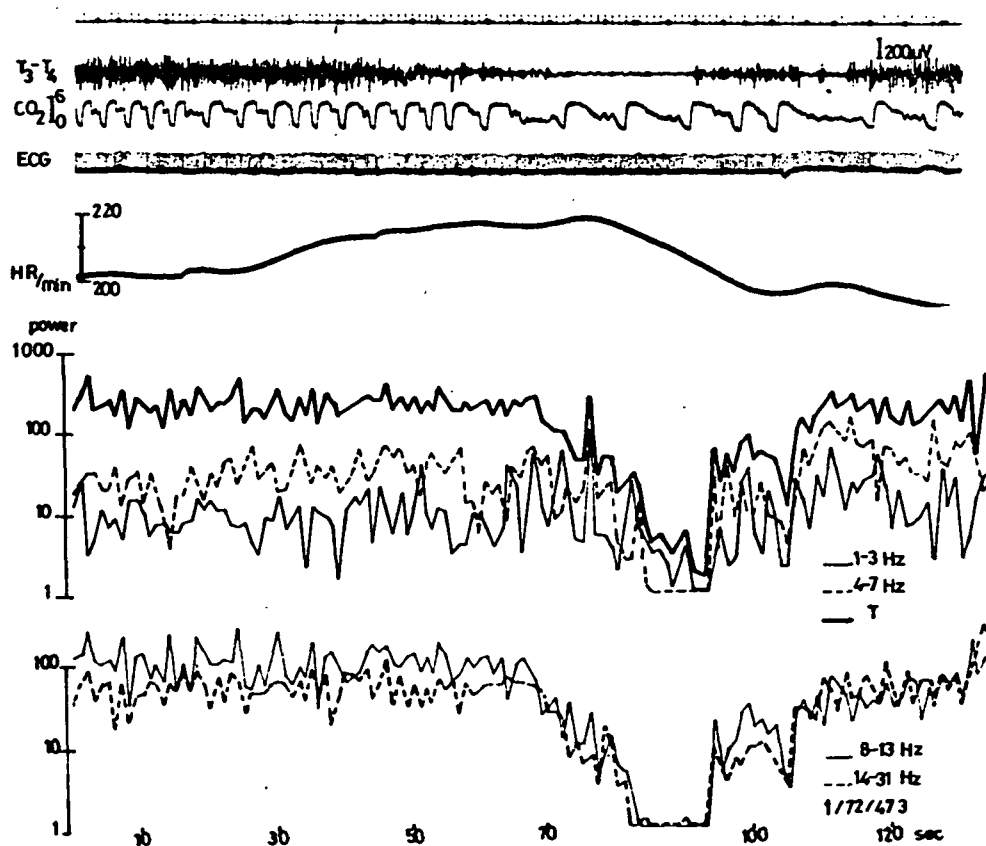
A neurofiziológiai kutatásban a jelenségek objektivizálási módjainak - így az EEG gépi feldolgozásának is - van létjogosultsága, ha a kapott eredményeket helyesen interpretáljuk, azaz a fiziológiai folyamat primér voltát szem előtt tartjuk.

Az általunk elvégzett feldolgozást két eltérő jellegű EEG görbe Fourier-analízissel nyert adatain mutatjuk be. Az egyik egy változó - izoelektromossá váló - EEG görbe, míg a második egy vizuálisan homogénnek tekinthető regisztrátumból készült. Az első esetben altatott kutyákon, acut kísérletben vizsgáltuk az agyi vénás keringés és a kiponyaüri nyomásfokozódás összefüggését. A polygraphiás

regisztrátum több csatornáját Philips Analog 7 és Rolitron CAM 420 jeltárolókkal is rögzítettük és off line módon TPA-i számítógépen Fourier analízist végeztünk, 0-31 Hz-es tartományban, Hz-kénti bontásban, 1 sec-os léptékben. Az így kapott számsorokat mágnesszalagon rögzítettük és ezen adatokat dolgoztuk fel (2,3,4,5,6,7).

A második csoportnál humán éjszakai polygraphias regisztrátumok jeltárolt szakaszait vizsgáltuk az alvásfázisok és elvezetések viszonylatában, egészséges és epilepsziás egyének eseteiben. A gépi feldolgozás menete itt is hasonló volt.

Az első csoport esetében az EEG változását a mesterségesen megnövelt koponyaüri nyomás okozza, az agyi perfúzió nullára csökkentésével. A görbe ekkor válik izoelektromossá. Az intracerebrális nyomás csökkentésével - a véráramlás megindulásával - az EEG néhány sec. alatt rendeződik (1. ábra felső sora).



1. ábra

Ezekből az adatokból számítottuk ki - először "kézzel" - az 1. ábra alsó részén látható totál, illetve sávonkénti (delta-theta-alfa-beta) teljesítmények átlagát. Ezáltal a változás dinamikus volta érthetőbbé vált. Ezt követően programot készítettünk, amely a következő számításokat végzi el: az egyes frekvenciák (3. ábra), az egyes sávok (4., 5. ábra, delta 1-3 Hz, theta 4-7 Hz, alfa 8-13 Hz, beta 14-31 Hz) és az összteljesítmény (6. ábra) értékeinek másodpercenkénti kiszámítását, továbbá ezek összegét és átlagát adja meg. (A % jellel ábrázolt frekvenciák az ábrázolási tartománynál nagyobb értéket jelölik.) Ugy érezzük, hogy ennek előnyeiről felesleges beszélni.

| MSZ. TELJESÍTMÉNY | 1356,18 | MSZ. TELJESÍTMÉNY | 1356,18 | MSZ. TELJESÍTMÉNY | 1356,18 | MSZ. TELJESÍTMÉNY | 1356,18 |
|-------------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|
| MSZ. TELJESÍTMÉNY ÁTLAG | 10,87 | MSZ. TELJESÍTMÉNY ÁTLAG | 10,87 | MSZ. TELJESÍTMÉNY ÁTLAG | 10,87 | MSZ. TELJESÍTMÉNY ÁTLAG | 10,87 |
| 00,00 | 13,48 | 00,00 | 13,48 | 00,00 | 13,48 | 00,00 | 13,48 |
| 01,00 | 13,48 | 01,00 | 13,48 | 01,00 | 13,48 | 01,00 | 13,48 |
| 02,00 | 13,48 | 02,00 | 13,48 | 02,00 | 13,48 | 02,00 | 13,48 |
| 03,00 | 13,48 | 03,00 | 13,48 | 03,00 | 13,48 | 03,00 | 13,48 |
| 04,00 | 13,48 | 04,00 | 13,48 | 04,00 | 13,48 | 04,00 | 13,48 |
| 05,00 | 13,48 | 05,00 | 13,48 | 05,00 | 13,48 | 05,00 | 13,48 |
| 06,00 | 13,48 | 06,00 | 13,48 | 06,00 | 13,48 | 06,00 | 13,48 |
| 07,00 | 13,48 | 07,00 | 13,48 | 07,00 | 13,48 | 07,00 | 13,48 |
| 08,00 | 13,48 | 08,00 | 13,48 | 08,00 | 13,48 | 08,00 | 13,48 |
| 09,00 | 13,48 | 09,00 | 13,48 | 09,00 | 13,48 | 09,00 | 13,48 |
| 10,00 | 13,48 | 10,00 | 13,48 | 10,00 | 13,48 | 10,00 | 13,48 |
| 11,00 | 13,48 | 11,00 | 13,48 | 11,00 | 13,48 | 11,00 | 13,48 |
| 12,00 | 13,48 | 12,00 | 13,48 | 12,00 | 13,48 | 12,00 | 13,48 |
| 13,00 | 13,48 | 13,00 | 13,48 | 13,00 | 13,48 | 13,00 | 13,48 |
| 14,00 | 13,48 | 14,00 | 13,48 | 14,00 | 13,48 | 14,00 | 13,48 |
| 15,00 | 13,48 | 15,00 | 13,48 | 15,00 | 13,48 | 15,00 | 13,48 |
| 16,00 | 13,48 | 16,00 | 13,48 | 16,00 | 13,48 | 16,00 | 13,48 |
| 17,00 | 13,48 | 17,00 | 13,48 | 17,00 | 13,48 | 17,00 | 13,48 |
| 18,00 | 13,48 | 18,00 | 13,48 | 18,00 | 13,48 | 18,00 | 13,48 |
| 19,00 | 13,48 | 19,00 | 13,48 | 19,00 | 13,48 | 19,00 | 13,48 |
| 20,00 | 13,48 | 20,00 | 13,48 | 20,00 | 13,48 | 20,00 | 13,48 |
| 21,00 | 13,48 | 21,00 | 13,48 | 21,00 | 13,48 | 21,00 | 13,48 |
| 22,00 | 13,48 | 22,00 | 13,48 | 22,00 | 13,48 | 22,00 | 13,48 |
| 23,00 | 13,48 | 23,00 | 13,48 | 23,00 | 13,48 | 23,00 | 13,48 |
| 24,00 | 13,48 | 24,00 | 13,48 | 24,00 | 13,48 | 24,00 | 13,48 |
| 25,00 | 13,48 | 25,00 | 13,48 | 25,00 | 13,48 | 25,00 | 13,48 |
| 26,00 | 13,48 | 26,00 | 13,48 | 26,00 | 13,48 | 26,00 | 13,48 |
| 27,00 | 13,48 | 27,00 | 13,48 | 27,00 | 13,48 | 27,00 | 13,48 |
| 28,00 | 13,48 | 28,00 | 13,48 | 28,00 | 13,48 | 28,00 | 13,48 |
| 29,00 | 13,48 | 29,00 | 13,48 | 29,00 | 13,48 | 29,00 | 13,48 |
| 30,00 | 13,48 | 30,00 | 13,48 | 30,00 | 13,48 | 30,00 | 13,48 |
| 31,00 | 13,48 | 31,00 | 13,48 | 31,00 | 13,48 | 31,00 | 13,48 |
| 32,00 | 13,48 | 32,00 | 13,48 | 32,00 | 13,48 | 32,00 | 13,48 |
| 33,00 | 13,48 | 33,00 | 13,48 | 33,00 | 13,48 | 33,00 | 13,48 |
| 34,00 | 13,48 | 34,00 | 13,48 | 34,00 | 13,48 | 34,00 | 13,48 |
| 35,00 | 13,48 | 35,00 | 13,48 | 35,00 | 13,48 | 35,00 | 13,48 |
| 36,00 | 13,48 | 36,00 | 13,48 | 36,00 | 13,48 | 36,00 | 13,48 |
| 37,00 | 13,48 | 37,00 | 13,48 | 37,00 | 13,48 | 37,00 | 13,48 |
| 38,00 | 13,48 | 38,00 | 13,48 | 38,00 | 13,48 | 38,00 | 13,48 |
| 39,00 | 13,48 | 39,00 | 13,48 | 39,00 | 13,48 | 39,00 | 13,48 |
| 40,00 | 13,48 | 40,00 | 13,48 | 40,00 | 13,48 | 40,00 | 13,48 |
| 41,00 | 13,48 | 41,00 | 13,48 | 41,00 | 13,48 | 41,00 | 13,48 |
| 42,00 | 13,48 | 42,00 | 13,48 | 42,00 | 13,48 | 42,00 | 13,48 |
| 43,00 | 13,48 | 43,00 | 13,48 | 43,00 | 13,48 | 43,00 | 13,48 |
| 44,00 | 13,48 | 44,00 | 13,48 | 44,00 | 13,48 | 44,00 | 13,48 |
| 45,00 | 13,48 | 45,00 | 13,48 | 45,00 | 13,48 | 45,00 | 13,48 |
| 46,00 | 13,48 | 46,00 | 13,48 | 46,00 | 13,48 | 46,00 | 13,48 |
| 47,00 | 13,48 | 47,00 | 13,48 | 47,00 | 13,48 | 47,00 | 13,48 |
| 48,00 | 13,48 | 48,00 | 13,48 | 48,00 | 13,48 | 48,00 | 13,48 |
| 49,00 | 13,48 | 49,00 | 13,48 | 49,00 | 13,48 | 49,00 | 13,48 |
| 50,00 | 13,48 | 50,00 | 13,48 | 50,00 | 13,48 | 50,00 | 13,48 |
| 51,00 | 13,48 | 51,00 | 13,48 | 51,00 | 13,48 | 51,00 | 13,48 |
| 52,00 | 13,48 | 52,00 | 13,48 | 52,00 | 13,48 | 52,00 | 13,48 |
| 53,00 | 13,48 | 53,00 | 13,48 | 53,00 | 13,48 | 53,00 | 13,48 |
| 54,00 | 13,48 | 54,00 | 13,48 | 54,00 | 13,48 | 54,00 | 13,48 |
| 55,00 | 13,48 | 55,00 | 13,48 | 55,00 | 13,48 | 55,00 | 13,48 |
| 56,00 | 13,48 | 56,00 | 13,48 | 56,00 | 13,48 | 56,00 | 13,48 |
| 57,00 | 13,48 | 57,00 | 13,48 | 57,00 | 13,48 | 57,00 | 13,48 |
| 58,00 | 13,48 | 58,00 | 13,48 | 58,00 | 13,48 | 58,00 | 13,48 |
| 59,00 | 13,48 | 59,00 | 13,48 | 59,00 | 13,48 | 59,00 | 13,48 |
| 60,00 | 13,48 | 60,00 | 13,48 | 60,00 | 13,48 | 60,00 | 13,48 |
| 61,00 | 13,48 | 61,00 | 13,48 | 61,00 | 13,48 | 61,00 | 13,48 |
| 62,00 | 13,48 | 62,00 | 13,48 | 62,00 | 13,48 | 62,00 | 13,48 |
| 63,00 | 13,48 | 63,00 | 13,48 | 63,00 | 13,48 | 63,00 | 13,48 |
| 64,00 | 13,48 | 64,00 | 13,48 | 64,00 | 13,48 | 64,00 | 13,48 |
| 65,00 | 13,48 | 65,00 | 13,48 | 65,00 | 13,48 | 65,00 | 13,48 |

3. ábra

| SEC | VEL. | P473-6 | 1. C8aY00-6 | 1.77 = 1.00 - 7 |
|--------|-------|--------|-------------|-----------------|
| 66.00 | 3.17 | 10.00 | | |
| 67.00 | 10.83 | 10.00 | | |
| 68.00 | 48.37 | 10.00 | | |
| 69.00 | 11.00 | 10.00 | | |
| 70.00 | 7.20 | 10.00 | | |
| 71.00 | 20.32 | 10.00 | | |
| 72.00 | 78.77 | 10.00 | | |
| 73.00 | 18.47 | 10.00 | | |
| 74.00 | 4.40 | 10.00 | | |
| 75.00 | 4.40 | 10.00 | | |
| 76.00 | 86.14 | 10.00 | | |
| 77.00 | 5.01 | 10.00 | | |
| 78.00 | 5.17 | 10.00 | | |
| 79.00 | 5.17 | 10.00 | | |
| 80.00 | 11.90 | 10.00 | | |
| 81.00 | 3.27 | 10.00 | | |
| 82.00 | 97.27 | 10.00 | | |
| 83.00 | 7.11 | 10.00 | | |
| 84.00 | 3.93 | 10.00 | | |
| 85.00 | 2.84 | 10.00 | | |
| 86.00 | 3.47 | 10.00 | | |
| 87.00 | 7.34 | 10.00 | | |
| 88.00 | 1.13 | 10.00 | | |
| 89.00 | 2.43 | 10.00 | | |
| 90.00 | 3.42 | 10.00 | | |
| 91.00 | 1.27 | 10.00 | | |
| 92.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 93.00 | 1.24 | 10.00 | | |
| 94.00 | 2.17 | 10.00 | | |
| 95.00 | 5.10 | 10.00 | | |
| 96.00 | 2.12 | 10.00 | | |
| 97.00 | 2.92 | 10.00 | | |
| 98.00 | 2.41 | 10.00 | | |
| 99.00 | 25.27 | 10.00 | | |
| 100.00 | 3.47 | 10.00 | | |
| 101.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 102.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 103.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 104.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 105.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 106.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 107.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 108.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 109.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 110.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 111.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 112.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 113.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 114.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 115.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 116.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 117.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 118.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 119.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 120.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 121.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 122.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 123.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 124.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 125.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 126.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 127.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 128.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 129.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 130.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 131.00 | 1.21 | 10.00 | | |

| SEC | VEL. | P473-6 | 1. C8aY00-6 | 1.77 = 1.00 - 7 |
|--------|------|--------|-------------|-----------------|
| 132.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 133.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 134.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 135.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 136.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 137.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 138.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 139.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 140.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 141.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 142.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 143.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 144.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 145.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 146.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 147.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 148.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 149.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 150.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 151.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 152.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 153.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 154.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 155.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 156.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 157.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 158.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 159.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 160.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 161.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 162.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 163.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 164.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 165.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 166.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 167.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 168.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 169.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 170.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 171.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 172.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 173.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 174.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 175.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 176.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 177.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 178.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 179.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 180.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 181.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 182.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 183.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 184.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 185.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 186.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 187.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 188.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 189.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 190.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 191.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 192.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 193.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 194.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 195.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 196.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 197.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 198.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 199.00 | 1.21 | 10.00 | | |
| 200.00 | 1.21 | 10.00 | | |

[illegible][illegible]

| SEC | TEL. | Edg | 1. Csatorna | TOTAL | 0.0° - 31.0° |
|--------|--------|--------|-------------|-------|--------------|
| 06.00 | 189.00 | 189.00 | | | |
| 07.00 | 241.00 | 241.00 | | | |
| 08.00 | 210.00 | 210.00 | | | |
| 09.00 | 131.00 | 131.00 | | | |
| 10.00 | 115.00 | 115.00 | | | |
| 11.00 | 100.00 | 100.00 | | | |
| 12.00 | 100.00 | 100.00 | | | |
| 13.00 | 97.00 | 97.00 | | | |
| 14.00 | 83.00 | 83.00 | | | |
| 15.00 | 87.00 | 87.00 | | | |
| 16.00 | 87.00 | 87.00 | | | |
| 17.00 | 77.00 | 77.00 | | | |
| 18.00 | 43.00 | 43.00 | | | |
| 19.00 | 52.00 | 52.00 | | | |
| 20.00 | 53.00 | 53.00 | | | |
| 21.00 | 77.00 | 77.00 | | | |
| 22.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 23.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 24.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 25.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 26.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 27.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 28.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 29.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 30.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 31.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 32.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 33.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 34.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 35.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 36.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 37.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 38.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 39.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 40.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 41.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 42.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 43.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 44.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 45.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 46.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 47.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 48.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 49.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 50.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 51.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 52.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 53.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 54.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 55.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 56.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 57.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 58.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 59.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 60.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 61.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 62.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 63.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 64.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 65.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 66.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 67.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 68.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 69.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 70.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 71.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 72.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 73.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 74.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 75.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 76.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 77.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 78.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 79.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 80.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 81.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 82.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 83.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 84.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 85.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 86.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 87.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 88.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 89.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 90.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 91.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 92.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 93.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 94.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 95.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 96.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 97.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 98.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 99.00 | 70.00 | 70.00 | | | |
| 100.00 | 70.00 | 70.00 | | | |

6. ábra

Itt mutatnánk be ugyanebből a szakaszból két másik feldolgozás ábrázolását is (7. ábra), ahol az egész vizsgált szakaszra vonatkozóan megadtuk az egyes frekvenciát 0-31 Hz-ig terjedő teljesítményének átlagát, illetve a sávok átlagát. Ezt csak a teljesség kedvéért mutatjuk be itt, egyben jó példája annak, hogy egy heterogén biológiai állapotra ez a metódika nem alkalmazható. Ugyen ezt az ábrázolást viszont használhatónak látjuk a homogén szakaszok esetében. Ha az EEG-t nézzük, pl. a II. csoport esetében, egészséges egyén különböző alvásfázisainak 30 sec-os szakaszaiból, vizuálisan homogénnek minősíthetjük azokat (13). Az említett feldolgozásokat ez esetben is elvégeztük, azonban az előfeltétel, az egyneműség miatt ez esetben nem kapunk éles változásokat. Ennek alapján megengedhetőnek tartjuk a 7. ábrán látható feldolgozást. A további

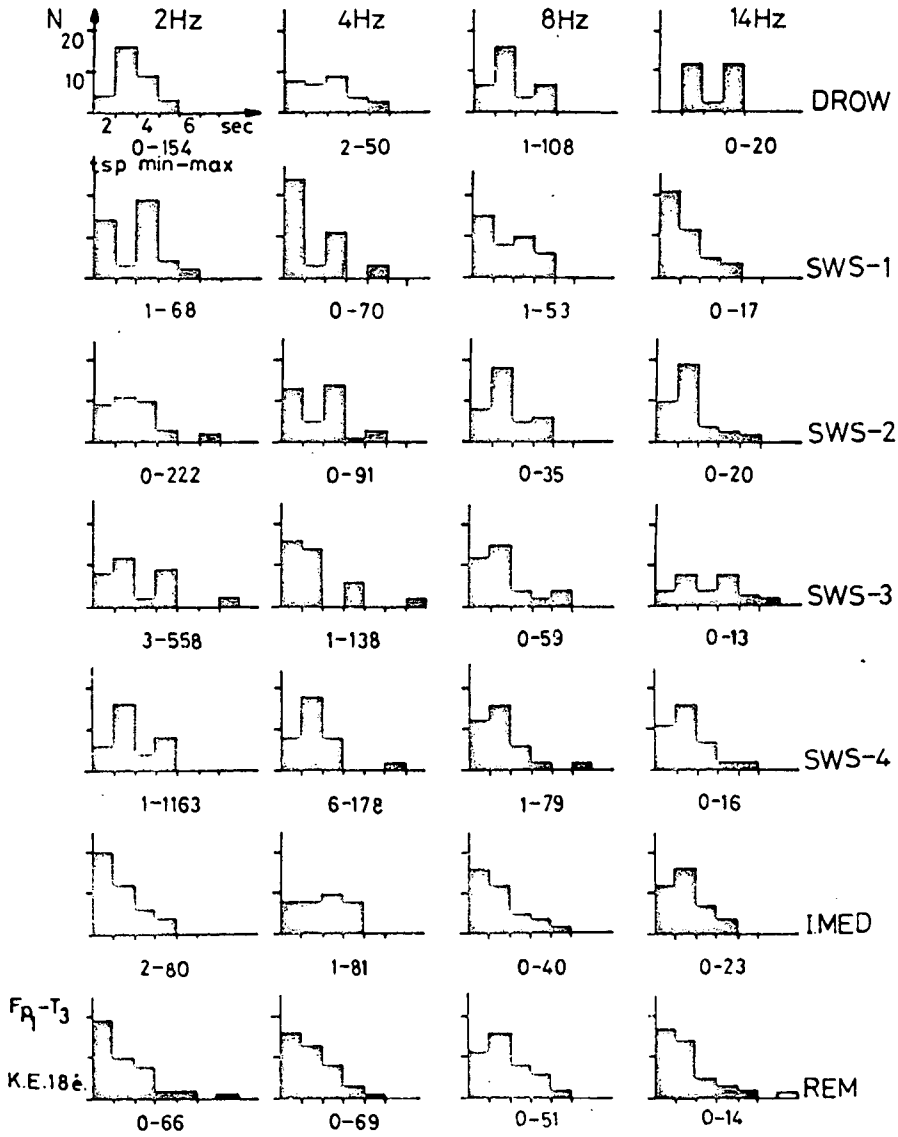
| MZ | TELJ. | F473-A | 1. CSATOPNA | ATLAG | Δ.Δ. = 131.00 SEC |
|-------|-------|--------|-------------|-------|-------------------|
| 0.00 | 14.36 | 1..... | | | |
| 1.00 | 3.10 | 1..... | | | |
| 2.00 | 4.03 | 1..... | | | |
| 3.00 | 4.65 | 1..... | | | |
| 4.00 | 7.45 | 1..... | | | |
| 5.00 | 4.78 | 1..... | | | |
| 6.00 | 7.41 | 1..... | | | |
| 7.00 | 6.23 | 1..... | | | |
| 8.00 | 14.27 | 1..... | | | |
| 9.00 | 13.34 | 1..... | | | |
| 10.00 | 15.48 | 1..... | | | |
| 11.00 | 14.24 | 1..... | | | |
| 12.00 | 11.47 | 1..... | | | |
| 13.00 | 5.37 | 1..... | | | |
| 14.00 | 5.63 | 1..... | | | |
| 15.00 | 4.17 | 1..... | | | |
| 16.00 | 3.36 | 1..... | | | |
| 17.00 | 3.27 | 1..... | | | |
| 18.00 | 3.24 | 1..... | | | |
| 19.00 | 2.91 | 1..... | | | |
| 20.00 | 2.79 | 1..... | | | |
| 21.00 | 2.15 | 1..... | | | |
| 22.00 | 1.92 | 1..... | | | |
| 23.00 | 1.96 | 1..... | | | |
| 24.00 | 1.72 | 1..... | | | |
| 25.00 | 1.65 | 1..... | | | |
| 26.00 | 0.98 | 1..... | | | |
| 27.00 | 0.92 | 1..... | | | |
| 28.00 | 0.75 | 1..... | | | |
| 29.00 | 0.74 | 1..... | | | |
| 30.00 | 0.71 | 1..... | | | |
| 31.00 | 0.72 | 1..... | | | |

| MZ | TELJ. | F473-A | 1. CSATOPNA | ATLAG | Δ.Δ. = 131.00 SEC |
|--------|-------|--|-------------|-------|-------------------|
| 0 | 14.36 | 1..... | | | |
| 1- 3 | 11.47 | 1..... | | | |
| 4- 7 | 7.42 | 1..... | | | |
| 8- 13 | 7.30 | XX | | | |
| 14- 31 | 3.47 | 1..... | | | |
| 0- 31 | 14.36 | XX | | | |

7. ábra

összesítést is végrehajtottuk, ez a következőkből áll (8.ábra): az egyes alvásfázisoknak megfelelően az összteljesítményben észlelhető oszcillációkat két csucs távolságaként lemértük, secundumos egységben a vizsgált 120 sec alatti előfordulásuk gyakoriságát ábrázoltuk, a minimum és maximum feltüntetésével. Egyértelműen hasznos segítséget jelentett az alvásfázisok közti különbségek levonásánál, s reményi ad a különböző teljesítményekben megfigyelhető energiale-
gések törvényszerűségeinek feltárására (8,9,10,11,12,14,15,16).

Összefoglalva: elmondhatjuk, hogy a Fourier spektrumok to-
vábbi feldolgozásával nemcsak a manuális munkát csökkentettük le,
hanem az összerendezett formában történő ábrázolás sokkal áttekint-



8. ábra

hetőbbé, és könnyebben érthetővé teszi feldolgozásainkat. A feldolgozott, mintegy 150 jellegzetes szakasz tapasztalatai alapján kezd kialakulni az adatok további feldolgozásának az a képe, amely közelebb visz bennünket a jellegzetes energiaszint-ingadozás törvényszerűségeinek feltárása felé.

Ezáltal olyan, eddig távolinak tűnő, vagy csak részben megvalósított vizsgálatok is elképzelhetők, amelyeknél az anyagcserére vagy más fiziológiai paraméterekre is korrekciókat számíthatunk. Biztatóak e téren az O_2 , CO_2 vizsgálatok és az enzimelektrodás vizsgálatokkal való összevetések (15).

Együttal arra is szeretnénk felhívni a figyelmet, hogy a terjedő Fourier célkészülékek, mint pl. a Galileo, az ilyen további feldolgozásokat nem teszik lehetővé. Ugy gondoljuk, hogy a klinikai gyakorlatban való alkalmazásra, vagy az alapkutatásnak adható segítségre még akkor is megvan a remény, ha egyelőre csak a sok elvégzendő feladatot látjuk.

Irodalom

- (1) Sebestyén F., Tomka I., Bodó M.: Az agyi elektromos tevékenység szétválasztása, alap- és háttéraktivitása és analízise, 6. Neumann Kollokvium, Szeged, 1975.
- (2) Bodó M., Tóth J., Pásztor A., Pásztor E., Tomka I.: EEG változások vizsgálata intracranialis nyomás növekedés és nehezített agyi vénás kiáramlás alatt. MÉT, Pécs, 122, 1977.
- (3) Bodó M., Tomka I., Tóth J., Pásztor E., Pásztor A.: Az EEG változásai fokozott agyi és gerincvelői nyomás hatására, MÉT, Budapest, 1976.
- (4) Pásztor A., Pásztor E.: A fokozott koponyatüri nyomás hatása az agyi vénás keringésre. MÉT, Budapest, 1976.
- (5) Pásztor A., Pásztor E.: A vénás elfolyás zavarának jelentősége az intracranialis nyomásra. MÉT, Pécs, 1977.
- (6) Bodó M., Pásztor A., Pásztor E., Tomka I., Ilias L., Rózsahegyi L., Herczeg G., Tóth J.: Rolitron CAM 420 tip. jeltároló alkalmazási tapasztalatai neurofiziológiai jelek tárolása és számítógépes feldolgozása alapján. IV. Orvostechnikai Konf., Budapest, 543-544, 1977.

- (7) Bodó, M., Pásztor, A., Tóth, J., Ilias, L., Tomka, I.: Relationship of cerebral venous blood flow and raised intracranial pressure. IX. Internat. Cong. EEG and Clin. Neurophysiol, Amsterdam, 1977. szept. 4-9. EEG and clin. Neurophys, 1977. vol. 43 No 4. p. 496.
- (8) Tomka I., Ivanyos L., Tóth J.: EEG jelek számítógépes értékelése, 3. Orvostech. Konf., Budapest, 1974, 142-145.
- (9) Tomka I., Tóth J., Bodó M., Ivanyos L.: Petit Mal elektromos rohamelemzések. IV. Orvostech. Konf., Budapest, 1977, 167-169.
- (10) Tomka I., Ivanyos L., Tóth J., Bodó M.: Elektromos rohamjelenségek számítógépes értékelése. Orvos- és Technika, 1976, XIV. 1. 17-20.
- (11) Ivanyos L., Tomka I., Tóth J., Bodó M.: A cereбрalis elektromos tevékenység frekvencia spectrumának különböző típusu ritmicitás sajátosságai az alvás- ébrenlét változásai kapcsán. Magy. EEG Kongr., 1976, Esztergom, J. of EEG and Clin. Neurophysiol. Soc. Proc. 1976. vol. 42. No 2.
- (12) Tomka, I., Ivanyos, L., Tóth, J., Bodó, M.: Harmonic and impulse analysis of sleep stages in normal and pathological conditions. II. Internat. Congr. of the Ass. for the Psychophysiological study of sleep. Edinburg, 1975.
- (13) Tomka I.: Az alvás mechanizmusa. EEG Kongr. Szeged, 1974. Magyar Psych. Szle, 1975. XXXII. k. 1.
- (14) Tomka I., Nagypál T., Sipos K., Bodó M., Lipták T.: Az alvás ébrenlét cereбрalis elektromos tevékenységének teljesítménysűrűség és frekvencia spektrum jellegzetességei. Idegg. Szle. 29. 97-107. 1976.
- (15) R.N. Adams: Probing Brain chemistry with electroanalytical. Analytical Chemistry, Vol. 48. No 14. dec. 1976. p. 1128-1138.
- (16) Tomka, I., Tóth, J., Bodó, M., Ivanyos, L.: The relationship of the energy level, the distribution of frequency spectrum and rhythmicity in different levels of vigilance under normal and pathological conditions. IX. Internat. Congr. EEG and Clin. Neurophys. 1977. sept. 4-9., 1977. Amsterdam. EEG and clin. Neurophysiol Vol. 43. No 4 p. 496.

Távközlési Kutató Intézet

Az epikardium kvantitatív leírása

Vszevolod V. Shakin, Görög Veronika és Hajdu Katalin

Bevezetés

Előadásunk egy számítógépes eljárást ismertet a szív felületén levő pontok térbeli koordinátáinak közelítő meghatározására. Intézetünkben - egy nagyobb tudományos program keretében - hosszabb ideje foglalkozunk a szív elektromos potenciáljának számítógépes kiértékelésével. A test felületén több pontban mérjük egyidejűleg a szív működésből eredő elektromos potenciált és mechanikai rezgéseket (1). Ezek nagysága a szív felületén megbecsülhető (2), a számításokhoz szükséges azonban a testfelület és a szívfelület együttes kvantitatív leírása. A testfelületet háromszögekkel közelítjük, amelyek csúcsai a mérési pontok. A szívfelület pontjait röntgenfelvételek felhasználásával határozzuk meg. A feladat: egy háromdimenziós felület rekonstrukciója sík vetületeiből. Az irodalomból több olyan eljárás is ismeretes a feladat megoldására (3,4), amely nálunk nehezen valósítható meg. Tí. vagy nagy számú vetület rögzítése szükséges a pontos rekonstrukcióhoz - sok röntgenfelvétel készítése pedig ugyanarról a személyről nem kívánatos és költséges -, vagy - a kevés vetületet alkalmazó eljárások esetében - a memóriaigény túlságosan nagy. E nehézségek elhárítására dolgoztuk ki eljárásunkat.

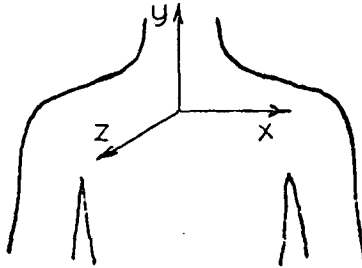
Egészséges személynél 2, betegnél 4 irányból röntgenfelvételeket készítenek a mellkasról. A két eset - feldolgozásban - némileg különbözik. Jelen előadás csak az elsőt ismerteti. A röntgenfelvételeken az orvos körülrajzolja a szívet, a konturvonalak képezik geometriai számításaink alapját. A körvonalak digitalizálása után az adatokat R-10 számítógéppel dolgozzuk fel.

Programunkban a szívfelületet olyan konvex poliéderrel közelítjük, melynek lapjai háromszögek. A háromszögek csúcspontjait a következőképpen határozzuk meg:

A szívet vízszintes síkokkal felosztjuk, a síkmetszet görbéket ellipszisekkel közelítjük. Az ellipszisek bizonyos pontjai. - amelyeket a szívfelület pontjainak tekintünk - lesznek a háromszögek csúcspontjai.

A szívfelület pontjainak meghatározása

A szívet konvex testnek tekintjük, belehelyezve egy térbeli Descartes-féle koordinátarendszerbe, amelynek tengelyei az 1. ábra szerint helyezkednek el.



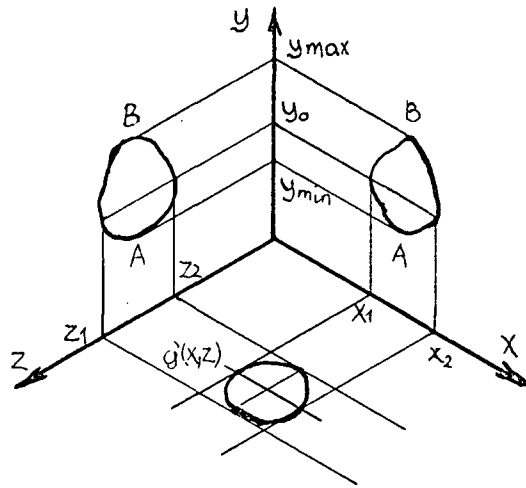
1. ábra

A szívfelületet egy $F(x, y, z)$ függvény írja le ebben a koordinátarendszerben. A vizsgolt személy mellkasáról készült röntgenfelvételeken a szív konturvonalára úgy tekinthetők, mint az $F(x, y, z)$ függvénynek síkra való merőleges vetülete. Az előlről készült röntgenfelvételen a konturvonal az (x, y) síkban jelentkezik, az oldalról készült felvételen a (z, y) síkban.

Tekintsük a szívnek az (x, z) síkkal párhuzamos síkmetszetét egy $y = y_0$ "magasság"-ban. A síkmetszet görbéjének 8 pontját határozzuk meg.

Legyen a metszetgörbének az (x, z) síkra való merőleges vetülete a $g(x, z)$ zárt görbe.

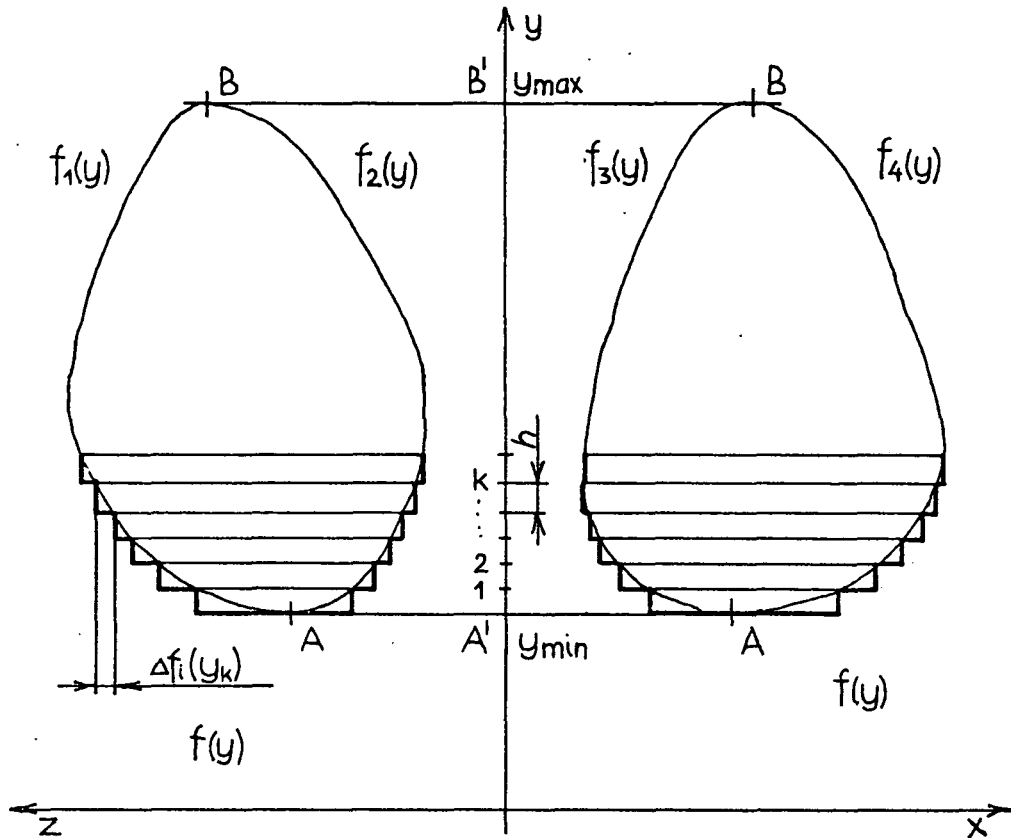
A rendelkezésünkre álló két vetület 2-2 db y_0 ordinátájú pontján keresztül párhuzamosokat húzunk az x , ill. z tengellyel (x_1, x_2, z_1, z_2 vetítő sugarak). Ez a négy egyenes meghatároz egy téglalapot, amely az említett g görbének köréirt négyszöge. A g görbét olyan ellipszissel (g') közelítjük, melynek tengelyei a téglalap középvonalai (2. ábra). A síkmetszet 8 pontját az ellipszis tengelypontjai és 2-2 tengelyponttól az ellipszisen egyenlő távol levő pontok adják.



2. ábra

A síkmetszetek helyének meghatározása valamivel bonyolultabb. Célunk az, hogy M számú sikkal minél pontosabb közelítést kapjunk. Ezért a síkokat nem egyenletesen vesszük fel, hanem helyüket mindenkor a vetületek alakja határozza meg. Eljárásunk leírásában a 3. ábra jelöléseit használjuk.

Az $\overline{A'B'}$ szakaszt felosztjuk N egyenlő részre. Az A és B pontok a vetületeket 2-2 részre bontják, ennek megfelelően 4 görbe-darabról, ill. hozzájuk rajzolt "lépcsős függvény"-ről beszélünk. A "lépcsős függvény"-eket az y tengelyen felvett osztópontok határozzák meg.



3. ábra

Kiszámítjuk e 4 db "lépcsős függvény" összhosszát

$$\left(V = 4 N h + \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^4 f_i(y_k) \right) ,$$

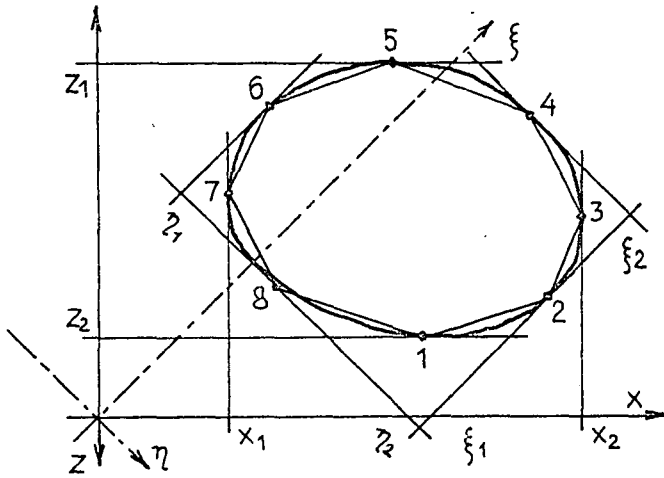
ezt az értéket felosztjuk $M+1$ egyenlő részre, és azokban az y_1, y_2, \dots, y_M ordinátájú pontokban vesszük fel a metsző síkokat, amelyekre teljesül:

$$V_{y_{\min}, y_1} \approx V_{y_1, y_2} \approx V_{y_2, y_3} \approx \dots \approx V_{y_M, y_{\max}} \approx \frac{V}{M+1} ,$$

ahol

$$V_{y_i, y_{i+1}} = y_{i+1} - y_i + \sum_{k=1}^{i+1} \sum_{j=1}^4 \Delta f_i(y_k) - \sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^4 \Delta f_i(y_k) .$$

A bevezetőben említettük, hogy a betegekről 4 irányból készül röntgenfelvétel. Célunk ezzel az, hogy az esetleg deformálódott szívről pontosabb "rekonstrukciót" készíthessünk. Ezért a síkmetszeteket nem ellipszissel, hanem a vetítősugarak által meghatározott nyolcszöggel közelítjük (4. ábra). Természetesen ebben az esetben a metsző síkok kiválasztásánál 8 függvénnyel kell számolni.



4. ábra

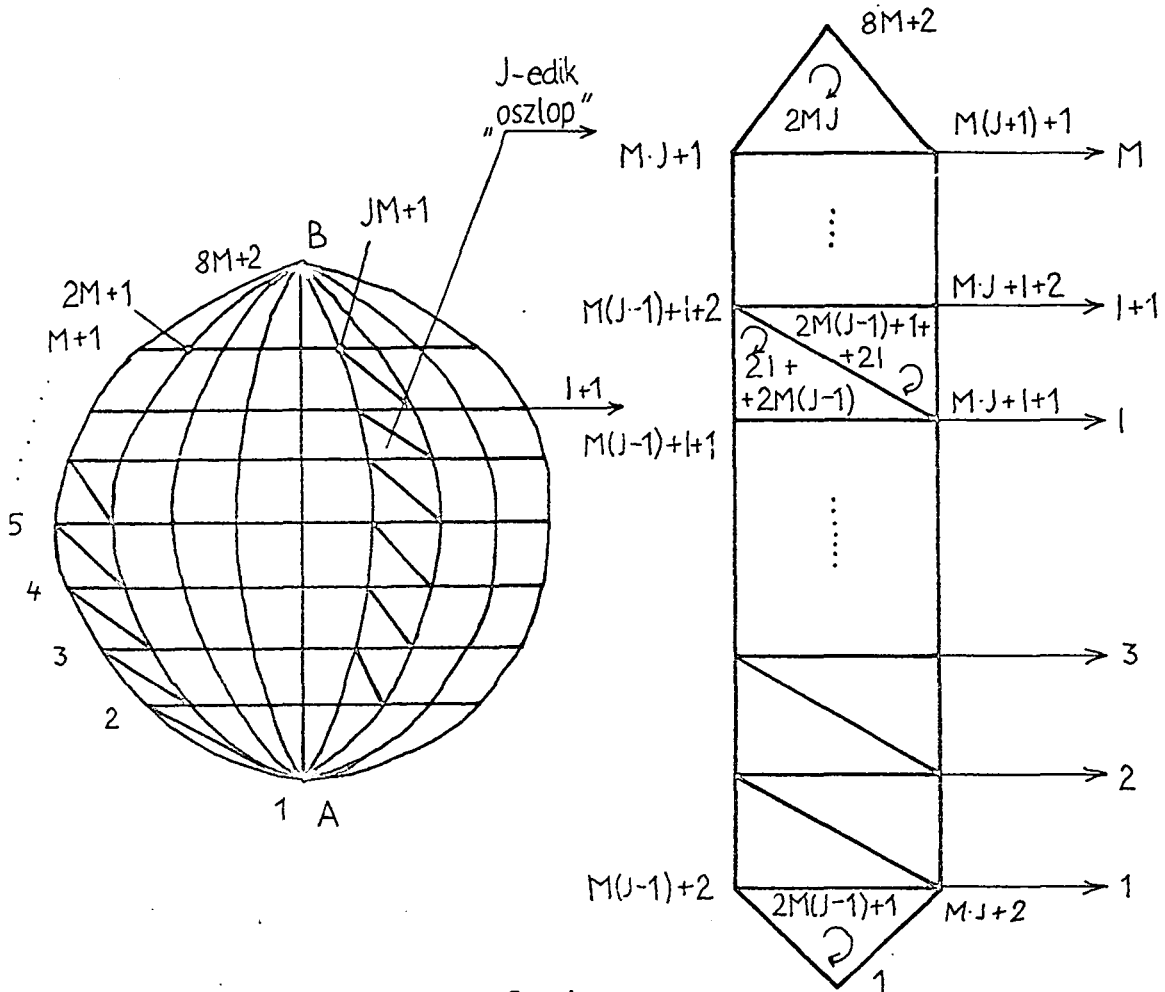
A háromszög-csúcspontok meghatározása

A szívfelületen kapott 8. M+2 db pontot az 5. ábra szerint számozzuk. A felületi pontokból, mint csúcspontokból 2.8. M db háromszöget határozunk meg az 5. ábra alapján az alábbi algoritmussal:

Legyen I1(K), I2(K), I3(K) rendre a K-adik háromszög csúcspontjainak sorszáma

| K | I1(K) | I2(K) | I3(K) |
|---------------------------|---------------|-------------------|-------------------|
| 2 • M • (J-1) + 1 | 1 | M • (J-1) + 2 | M • J + 2 |
| 2 • M • J | M • (J+1) + 1 | M • J + 1 | 8 • M + 2 |
| 2 • M • (J-1) + 2 • I | M • J + I + 1 | M • (J-1) + I + 1 | M • (J-1) + I + 2 |
| 2 • M • (J-1) + 2 • I + 1 | M • J + I + 1 | M • (J-1) + I + 2 | M • J + I + 2 |

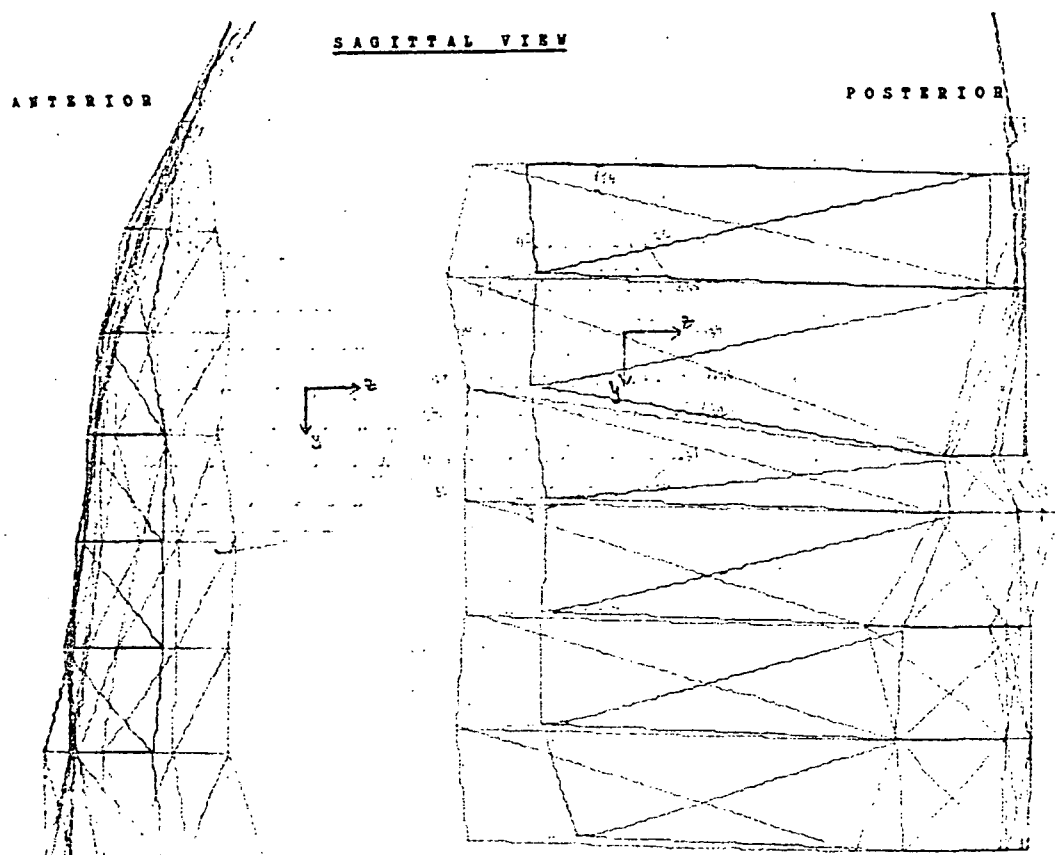
ahol $J = 1, 2, \dots, 8$, $I = 1, 2, \dots, M$, és $K = 1, 2, \dots, 8 \cdot M + 2$.



5. ábra

Alkalmazás

A kapott eredmények felhasználhatók pl. a szivfelszíni potenciál kiszámításánál. A testfelületi potenciálértékek ismerete, és a testfelület, valamint a sziv együttes geometriai leírása - amely most már rendelkezésünkre áll - lehetővé teszi a potenciálértékek kiszámítását a szivfelületi háromszögek csúcspontjaiban. A második lépésben ezekből bilineáris interpolációval kiszámítjuk a potenciálértékeket a háromszög belső pontjaiban is (2).



6. ábra
A testfelület és a szív együttes ábrázolása X-Y plotter-rel

Irodalom

- (1) Kozmann Gy., Préda I., V.Shakin, Szlávik F., Antalóczy Z.: Számítógépes mérő és adatgyűjtő eljárás a szív villamos és mechanikai rezgéstereinek vizsgálatához. Számítástechnikai és kibernetikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és a biológiában, 7. Kollokvium, Szeged, 1976.

- (2) Shakin, V.V., Préda, I., Csapodi, Cs., Kozmann, Gy.:
Inverse problems for a mathematical model of
the cardiac electro-mechanical field. - In:
Proc. 4th International Congress on Electrocar-
diology, Balatonfüred, 1977.
- (3) Dietrich G.W., Onnasch and Paul H. Heintzen: A new
approach for the reconstruction of the right or
left ventricular form from biplane angiocardio-
graphic recordings. IEEE Conf. "Computers in
Cardiology", St. Luis, USA, 1976.
- (4) S.-K. Chang and C. K. Chow: The Reconstruction of Three-
Dimensional Objects from Two Orthogonal Projecti-
ons and its Application to Cardiac Cineangiography.
IEEE Transactions on Computers, January, 1973.

Kerekasztal-megbeszélés

Csernay László

Tisztelt Kollokvium!

A Neumann János Sz.T. kollokviumain régebben különbözõ, aktuálisnak tartott témákról kerekasztal-beszélgetéseket tartottunk, hogy a hazai helyzetet, a szükséges tennivalókat felmérjük. A megbeszélések állandó, bölcs moderátora, Kalmár László, pótolhatatlan őr hagyva maga után, eltávozott közülünk, így megszakadt e hasznosnak bizonyult fórum hagyományos folytatása. A rendezõbizottság több éves szünet után a kerekasztal-beszélgetések felújítását szükségesnek látta, elsõsorban azok hagyományosan demokratikus jellege miatt. Ez évben a kerekasztal vezetésével a rendezõbizottság engem bizott meg, ezzel rendkívül nehéz feladatot kaptam. Kalmár László helyett vitavezetõként szerepelni semmiképpen sem hálás feladat. A cél érdekében - előre is elnézést kérve a színvonalkülönbségért - mégis vállalkoztam rá, mert úgy gondolom, hogy az ez évben a megbeszélés tárgyául kitûzött téma megért a nyilvánosság elõtt történt megtárgyalásra.

Az elmúlt években hazánkban számos helyen indult meg intenzív fejlesztõ munka a klinikai adatok gépi feldolgozásának rutin-szerű megoldására. Az Egészségügyi Minisztérium számítástechnikai fejlesztési koncepciója jelentõs súlyt helyez az optimális hazai megoldások keresésére és ehhez a kíváncsi megfogalmazása mellett objektív anyagi segítséget is nyújt. Nagy várakozással tekintek a szinte felmérésnek beillõ áttekintés elé, melytõl azt várom, hogy az eddig megtett út eredményei körvonalazódjanak és kristályosodjanak ki azok az irányok, amelyeken a következõ években haladnunk kell.

A kerekasztal személyi összetétele jól reprezentálja a több helyen, több irányban folyó munkát. A fõreferátum, illetve a koreferátumok témája lehetõséget ad a résztvevõknek tapasztalataik, elgondolásaik, terveik rövid ismertetésére. Ezen gondolatokkal a kerekasztal-megbeszélést megnyitom és felkérem a referálókat referátumaik megtartására.

x x x

A számítástechnika klinikai alkalmazásának körvonalai
hazánkban

Naszlady Attila

Amikor az NJSZT Orvosbiológiai Szakosztálya felkérésére elvállaltam a címben megadott téma kerekasztalbéli vita-referátumát, könnyebbnek hittem a feladatot, mint amilyenre valójában vált. A számítástechnika klinikai alkalmazásának áttekintése azért látszott egyszerűnek, mert mindössze néhány munkacsoport, ill. helyi tevékenységével számoltam. De, nemcsak minden kezdet nehéz, hanem - úgy tűnik - minden kezdet felderítése is az, hiszen az új a fejekben kezdődik infinitezimális átmenetekkel mosódva bele a régibe.

Az Országos Orvostudományi Könyvtár Dokumentációs Központ bibliográfiájában (1) talált adatok szerint e témában a legkorábbi közleményt hazai lapba Szentágothai írta (2), mintegy megnyitva a sort egy olyan kutatási terület iránt érdeklődők további publikációi számára, amely területet addig nemegyszer a gyanusnak tartott kybernetika ingoványának tekintettek - gyakran még vezetői szinteken is (3).

Mindenesetre írást közreadni csak akkor lehet, ha szaklap már rendelkezésre áll, és csak akkor érdemes, ha a feltételezhető olvasók megértésére számítani lehet. Tehát ezt megelőzően is már jelentős fejlődésnek kellett végbemennie ebben a témakörben. Jellemző viszont, hogy - tudomásom szerint - egyetlen kutató, vagy alkalmazó hely sem volt ebben az időben, amelyik nem a maga erejéből, érdeklődéséből táplálkozó energiával működött volna. Egy-egy nagy egyéniség menedzselte tekintélyével a folyó munkákat, de az egészségügyi kormányzat szervezett támogatást ekkor még nem nyújtott az ilyenirányú tevékenységhez.

Kétségtelen, hogy ennek a "virágozzék minden virág" - ha tud - korszaknak voltak előnyei: 1. csak a megszállottak maradtak meg a témánál, 2. a párhuzamosságok, a parallelitas Neumann-elve értelmében, kiostálták a hibák egy részét, felfedték a zsákutcákat.

Az első öt esztendőből mintegy tizenöt publikációt lehet találni, csaknem mind metodikai jellegűek: elektroenkefalografiával (4), vérkeringési modellekkel (5,8), gépi diagnosztikával foglalkoztak (6,7), s bár jórészüik inkább irodalmi összefoglalást adott, mint önálló munkát, mégis valamennyi hozzájárult a számítástechnika orvosi alkalmazásainak hazai elterjesztéséhez (9,10,12,13,16). A gépi adatfeldolgozás feltételeinek megteremtésével foglalkozó első hazai közlemény, mely egy kissé a hivatalos érdeklődés jelenének is tekinthető, 1970-ben jelent meg (19). Igaz, nem klinikai egészségügyi, hanem államigazgatási célok érdekében: az orvosnyilvántartás számítógépesítését célozta. A figyelem felkelése tehát már megtörtént, de a gyakorlati támogatás az egészségügyi vezetés részéről még várat magára. Pedig ekkor már országszerte akadtak figyelemre méltó helyek: Pécs (POTE), Szeged (SZOTE), Budapest (BME Villamos Művek Tsz., Matematikai Tsz., Automatizálási Tsz., továbbá TÁKI, KFKI, SOTE), Balatonfüred (Állami Sziwkórház Laboratóriuma), Szekszárd (Megyei Kórház).

A fejlődés vonalai ettől kezdve oly szerteágazók, hogy számlankénti követésük lehetetlen. Ezért is üdvözlöttük mindannyian nagy örömmel az NJSZT Csongrád megyei Szervezete által először megszervezett és azóta is évente megismételt szegedi Neumann-kollokviumok rendezvényeit, melyek a számítástechnika orvosi biológiai hazai eredményeit, mint fésű a kusza szálakat úgy rendezik sorokba, és jelenteti meg évről évre kiadványaiban. Jelentőségét, tájékoztató, iránymutató szerepét nem lehet eléggé hangsúlyozni. Mind a házigazdák, mind a társrendező Orvosi biológiai Szakosztály vezetősége arra törekszik, hogy fennmaradjon a kollokviumi jelleg, mely öröndetes módon különbözteti meg egyéb hazai tudományos összejövetelektől, s szolgál mintegy tudományos társadalmi ellenőrző fórumként valamenynyünk számára.

A szó valódi értelmében társadalmi kezdeményezéssel indult munka, most már az Eü. vezetés egyetértésével és támogatásával találkozáva, tervszerűen öt bázisintézmény köré sűrűsödött, és pedig feladatorientáltan. A klinikum orvos-beteg vonala és az erre merőleges intézményi irányítás-végrehajtás vonala mentén helyezkedtek el a kijelölt intézetek.

Az Eü. Minisztérium saját számítástechnikai központja, az ESZTIK, az ágazati irányítás számára fontos adatkezelés számítástechnikai módszereinek kidolgozásával foglalkozik. Orvosi nyilvántartás, epidemiológiai adatok, morbiditás vizsgálatok stb. tartoznak ebbe a témakörbe.

A szekszárdi munkacsoport a megyei kórház és ellátási területe, mint modell számítástechnikai megszervezésében végzett, és végez ma is alapvető munkát egy jól kiépített R-10 hardware bázison.

A végrehajtás fogalmán ez alkalommal kétféle tevékenységet értünk: klinikai rutin és nem klinikai kutatási vizsgálatok végzését.

A szegedi orvosegyetemi munkacsoport a JATE háttértámogatását élvezve, a vizsgálatok eredményeinek számítógépes értékelése területén ért el komoly sikereket. Komputeres vizsgálati leletkészítésük (endoszkópia) és értékelő eljárásaik (izotópos diagnosztika vonatkozásában) hazai és nemzetközi színvonalon is sok tekintetben élenjáró. A klinikai és járóbeteg (!) vizsgálatok menetének, a résztvevők rendkívül bonyolult kapcsolatainak rendszertervét is kidolgozva, óriási és rendkívül hasznos munkát végeztek, ill. végeznek CII 10010 és R-10 gépeken futó programjaik felhasználásával.

A budapesti orvosegyetemi (SOTE) számítóközpontnak is a szegedihez hasonló feladatkört jelölt ki a főhatóság: kutatás, oktatás számítástechnikai támogatásának kidolgozása hazai viszonyok között. Valamennyi központ között talán itt kapott legnagyobb hangsúlyt a képzés és továbbképzés, számítástechnikai tanfolyamok, jegyzetek szerepe. Mindemellett számos biofizikai, biokémiai modellvizsgálat saját kidolgozású számítógépes programja van fegyvertárunkban, jelentős elméleti és gyakorlati értéket képviselve. Biológiai jelenségek számítógépes modelljeinek megszerkesztése és működtetése egyébként is szerencsés ötvözete a kutatási és oktatási feladatok együttes megoldásának, tetszőleges feltételkombinációk összeállíthatósága, illetve a változatlan újrafuttatás korlátlan ismételhetősége révén.

Az ötödik intézmény, az országszerte működő tudógyógyintézetek hálózatának központi intézete (KORÁNYI), az országos intézeti modell, mint számítástechnikai feladat megoldásának központja került kijelölésre, miután az egészségügyi kormányzat itt is támogatásra alkalmas korábbi munkát és megfelelő feltételeket talált. Az 1972-ben újonnan létrehozott belgyógyászati osztályon ugyanis akkor már számítógépes adatfeldolgozásra alkalmas kórlap, vizsgálatok lapja, zárójelentés állt - folyamatos használatban - rendelkezésre. Ez a rendszer azóta is él, s bővült (szívkatheteres, légzésfunkciós, betegnyilvántartásos, vektorkardiografiás, mellkasröntgen felvétel kiértékelő stb.) rendszerrel. Sajnálatos módon ebben az intézményben ke-

rül utóljára installálásra számítógép. Még nincs. Az orvos-beteg vonalon végzett adatkezelés óriási tömegű feldolgozást kíván, ugyanakkor a tévedésnek közvetlen klinikai következményei lehetnek, mindez az adatmegbízhatóság maximalizálását vonja maga után. Ezért országosan is értékelendő érvényes adatok szelekciója a klinikai alapadatok (kórlap) feldolgozása és rendkívül körültekintő redukciója révén valósítható meg kellő biztonsággal. 1000 beteg közel 2 millió bit adata került eddig feldolgozásra és további ezeré most folyik.

E hivatalosan is elismert és támogatott intézetek mellett számos más intézetben is foglalkoznak orvosi biológiai problémák számítógépes megoldásával, a már említetteken kívül: MÁV Tudógyógyintézet, OTKI, Medicor Művek, Váci Kórház, ÁszSZ, Kandó Főiskola, SZTAKI, SZKI, a volt INFELOR stb.

Ma már egyértelmű, hogy a kutatás szabadsága mellett a koordinálást is biztosítani kell a felesleges, többszörös párhuzamosságok elkerülése végett, a hatékonyság növelése érdekében. Éppen e célból alakult meg az Eü. Minisztérium Számítástechnikai Alkalmazási Bizottsága (SZAB), amely azonban nehezen talál magára, működése inkább csak vegetál. Az egyes centrumok spontán kommunikációjának viszont számos, tőlük nagyrészt független akadálya van. Ezek: 1. tekintélyelvi gátak, 2. nomenklatura eltérések, 3. erkölcsi és anyagi elismerés hiánya. Az egészségügyi dolgozók, jóllehet nem munkaköri kötelességük a számítástechnikai módszerek orvosbiológiai fejlesztése, az eddigi óriási munkát minden ellenszolgáltatás nélkül segítettek létrehozni, vagy hozták maguk létre - tulmunkaként! Világos, hogy az így előállítottakat nem szívesen adják át, különösen oly módon, hogy abból mások még anyagi hasznot is huzzanak. Ha csak ujtási szinten díjaznák ezeket a munkákat és átadásukat - már más lehetne a helyzet.

A transportabilitas - mind az adatoké, mind a rendszereké - nemzetközileg is az érdeklődés homlokterében áll (20). Ma még egyetlen ország sincs, ahol az egész országra kiterjesztett, egységes, számítógépes egészségügyi dokumentációs rendszer valósult volna meg. Sokan vitatják, kell-e egyáltalán ilyen. Az ellenérvek zöme olyan, többnyire egzisztenciális jellegű, mely a mi társadalmi viszonyaink, teljes foglalkoztatottságunk mellett érdektelen. Előnyeit viszont senki sem vonja kétségbe. Így némi joggal felvethető az a kérdés, vajjon nem lenne-e célszerűbb kis gépeket orvos-betegközelbe telepíteni?

Sajátos, de megalapozott az az állítás, hogy a klinikumban csak olyan rendszert lehet bevezetni, amely 1. csökkenti az eü. szakképzettek adminisztratív tevékenységét, 2. még áttekinthető bonyolultsága, 3. maximálisan üzembiztos. Az eü. szolgáltatás ugyanis non-stop üzem. Az eddig működésbe hozott rendszerek közül ezt egyik sem tudja biztosítani, kivéve a "géppel vagy gép nélkül" egyaránt üzemképes megoldást (KORÁNYI). Itt jegyzem meg, hogy kisgép tapasztalataink igen jók (HP-9830+typewriter+plotter+digitizer) - nagyon nagy kár, hogy szocialista relációban ilyen nem szerepel a választékban.

Végül a számítástechnika célszerű alkalmazása új eredményeket fog feltárni magának az egészségügyi munkának az elemzésében gazdasági és szakmai szempontból egyaránt. Erre ezideig alig került sor hazánkban.

Az elmondottakból konkluzióként csak annyit hangsúlyoznék, hogy az egészségügyben számítástechnikával foglalkozók számára ma a legsürgetőbb feladat a közeledés (nem közelítés!), az információkról szóló információk kölcsönös, megfelelő formában végrehajtandó cseréje. Az 1977. évi szegedi Neumann-Kollokvium kerekasztal vitája szintén ezt a célt szolgálta.

Irodalom

- (1) A számítógép alkalmazása az rovistudományban, OOKDK, Bp, 1972.
- (2) Szentégothai J.: Orvos és Technika, 2, 129, 1964.
- (3) A kybernetika filozófiai problémái, Gondolat, Bp., 1963.
- (4) Lissák K. és mts.: Orvos és Technika, 3, 130, 1965.
- (5) Naszlady A. és mts.: Internat.Soc.Cybern. Med. Nizza, 1965.
- (6) Dissertáció, 1967.
- (7) Orvos és Technika, 6, 147, 1968.
- (8) Sátori G. és mts.: Soc.Med.Opht.Hung. Budapest, 1965.
- (9) Walsa R.: Orvosi Hetilap, 108, 2065 etc. 1967.
- (10) Markovits Z.: Inform. Electr. 1, 108, 1966.

- (11) Csáky P. és mts.: M.OT.Konf. Bp. 1967.
- (12) Megyaszai S.: M.OT.Konf. Bp. 1967.
- (13) Szabó R. és mts.: Orvosi Hetilap, 109, 1483, 1968.
- (14) Szücs B. és mts.: Orvos és Technika, 6, 143, 1968.
- (15) Kalmár L.: Orvos és Technika, 7, 14, 1969.
- (16) Susánszky M. és mts.: Orvos és Technika, 7, 164, 1969.
- (17) Heszberger I. és mts.: Orsz.Szem.Int.Kiadv. Bp. 1969.
- (18) Dési I. és mts.: Psychiat.Neurol.med.Psychol. 21, 20, 1969.
- (19) Lukáts J.: Eü. Gazd.Szle. 8, 638, 1970.
- (29) IRIA Conf. Toulouse, 1977.

A hagyományos információáramlás elemzésének módszertana és
problémái egy számítógépes beteg-nyilvántartási rendszer létre-
hozása kapcsán

Benedek Szabolcs

Az utóbbi 10 évben számos helyen tűzték ki feladatul, hogy létre kell hozni egy meghatározott fekvő- és járóbetegeket ellátó intézmény számítógéppel segített információrendszerét.

A röviden Kórházi Információrendszernek nevezett feladat megvalósítását ez ideig már a lehető legkülönbözőbb környezetekben és hardware adottságok mellett elvégezték. Az elért eredményeket összevetve a vállalati-, termelési-, pénzügyi-információrendszerekkel azt tapasztaljuk, hogy az utóbbiak szélesebb körben elterjedtek és magasabb fejlettségi szintet értek el.

Nem célom a különbségek okainak részletezése, de engedjék meg, hogy egyetlen mentséget felhozzak a kórházi információrendszereket tervezők és létrehozók mellett.

A gyógyító munka jellegéből adódóan egyrészt a kórházi információrendszer a felhasználók igényeit 100 %-ban sohasem elégítheti ki, másrészt a számos partikuláris esemény és körülmény nehezíti a rendszerszervezést, illetve hátráltatja az egységes alapelveken nyugvó kórházi információrendszer létrehozását.

Ahhoz, hogy az információrendszerek számítógépes megvalósítása elkezdődhessen, számos tevékenységet és nagymennyiségű munkát kell előzetesen elvégezni. Ezek:

- a kiépítendő rendszert használók vezetőinek és a fejlesztés költségeit biztosító szerveknek egyértelmű nyilatkozatát kell megszerezni arra nézve, hogy a szükséges támogatást mindvégig megadják.
- Rögzíteni kell a kiépítésre kerülő információrendszer célját. A meghatározásban helyt kell, hogy kapjon:
 - a téma aktuális voltának kifejtése,
 - az elkészítés lehetőségeinek felmérése,
 - a cél elérése utáni várható fejlesztési lehetőségek.

- El kell végezni az előzetes helyzetfelmérést, amelynek tartalmaznia kell:
 - a hagyományos rendszer átfogó vizsgálatát,
 - a felhasználóknak az új rendszerrel szembeni elvárásait.
- Feltétlen végre kell hajtani az előzetes tervezés feladatát, aminek ki kell terjednie a:
 - kiépitendő rendszer logikai modelljére,
 - input és output megoldására,
 - file-ok tartalmi és nagysági leírására,
 - az alkalmazható, máshonnan átvehető és kifejlesztendő kódrendszerekre,
 - az egyes logikai egységek megvalósításához és teszteléséhez szükséges hardware, software és szellemi erőforrásokra,
 - a dokumentáció készítésének lehetséges módjaira és a használt dokumentációs szisztéma meghatározására.
- Az előzetes tervezés feladatának elvégzése után a tervet és a koncepciót el kell fogadtatni a vezetéssel, valamint költségtanulmányt kell készíteni.
- Mindezek után kerülhet sorra:
 - a részletes helyzetfelmérés,
 - a végleges általános szintű rendszertervezés,
 - valamint a részletes rendszerszervezés feladatának elvégzése.

A rendszerfejlesztés előzetes munkáinak összefoglalása után a következőkben a témával kapcsolatos munkánkat ismertetem, amelyet a GIN-S-nek nevezett osztályos információrendszer létrehozása céljából végeztünk el.

A kórházi információrendszert négy fejlesztési fázison keresztül szeretnénk megvalósítani.

Az egyes fejlesztési fázisok a következők:

- Első az osztályos információrendszer modell létrehozása,
- második az osztályos információrendszer kifejlesztése,
- ezt követi a kórházi információrendszer-modell, majd a teljes 24 órán keresztül működő kórházi információrendszer létrehozása.

A vázolt folyamat időigényét a fokozatosan szükséges hardware fejlesztések biztosítása esetén 5-6 évre becsüljük.

A rendszer fejlesztéséhez szükséges munkák közül először az I.sz. Belgyógyászati Klinika munkáját, vagyis a hagyományos információrendszert egészében, majd kisebb egységeként tekintettük át. A vizsgálat mélységi szintjét munkatársam Dr. Nagy Ferenc akkor kb. 4 éves klinikai orvosi munkája során szerzett tapasztalata, és a saját, a korábbi előkészítő munkák során szerzett ismeretanyagom határozta meg.

A gyógyító és adminisztratív munka ilyen szintű ismerete elegendő volt arra, hogy a rendszerünket vázlatos szinten megtervezzük, ugyanakkor nyilvánvalóvá vált, hogy a klinika munkájának melyik területeit, és milyen szempontok szerint kell részletesebben felmérni.

Tervezői tevékenységünk második szakaszában pontos és részletes felmérést végeztünk az egész klinikára kiterjedően a következő kérdések alapján:

1. az első eredmény elkészültének időpontja,
2. az utolsó eredmény elkészültének időpontja,
3. a vizsgálat után mikorra kell elkészülni a leleteknek, ill. a különböző dokumentumoknak,
4. jelenleg mikorra készülnek el a leletek,
5. az elvégzett vizsgálatok átlagos száma naponta,
6. maximálisan előfordult vizsgálatok száma egy napon,
7. elvi korlát, hogy hány vizsgálat végezhető el egy napon,
8. egy adott vizsgálat naphoz, időponthoz van-e kötve,
9. az eredményközlés formája milyen,
10. az eredményközlés jelenleg mennyi időt vesz igénybe átlagosan,
11. az eredményközlés maximálisan mennyi időt vesz igénybe.

Az összegyűlt adatok alapján rendszertervet készítettünk azzal a céllal, hogy mind a négy fejlesztési fázisban a munkánkhoz utmutatón szolgáljon.

A rendszerterv négy fő részből áll, amelyek tartalma röviden a következő:

- az első negyedévben tárgyaljuk az információrendszerekkel szemben támasztott általános hardware és software követelményeket, valamint a fejlesztési fázisok meghatározását és a hozzávetőleges hardware szükségleteket. Itt találjuk a legfontosabb definíciókat, fogalmakat.
- A rendszerterv második részében a klinika hagyományos információrendszerének működési rendjét foglaltuk össze. Az áttekinthetőség érdekében 28 ábrán szemléltettük az információáramlás irányait és a keletkező dokumentumok adattartalmát. Ahol szükséges volt, külön kiemeltük a nap különböző szakaszai szerinti változásokat.
- A harmadik részben újabb 28 ábrán rögzítettük az elképzelt számítógéppel segített információrendszer működését. Az ábrák központi részében a számítógépet találjuk, körülötte pedig felsoroltuk az egyes fejlesztési fázisokban szóba jövő input-output megoldásokat. Az ábrákon tulmenően fejlesztési fázisonként az egyes input és output megoldások rövid leírását is tartalmazza a rendszerterv harmadik része.
- Az utolsó részben az előzőleg rögzített feladatok megoldására képes számítógépes software leírása található.

Az 1976. szeptember 15. óta (ekkor állították az R-10-es számítógépet üzembe) eltelt időszak programozási és rendszerfejlesztői munkák alapján elmondhatjuk, hogy az előzőekben vázolt módon elkészített rendszerterv munkánkhoz hatékony segítséget nyújt, elkészítése feltétlenül szükséges és indokolt volt.

A rendszerterv részletességi szintje az átfogó szintű rendszertervénél valamivel mélyebb, de semmiképpen sem éri el a szoros értelemben vett részletes rendszerterv szintjét. A részletes megoldások kijelölését alrendszerenként közvetlenül a programozási munkák megkezdése előtt folyamatosan végezzük.

A tervezés és a kivitelezés alatt is a legnehezebben áthidalható problémát a következőkben látjuk:

A számítástechnikai központnak számos határidős feladatot kell ellátnia az információrendszer fejlesztésével párhuzamosan. Mivel rend-

szerünket on-line üzemmódban valósítjuk meg, ezért a nap nagy részében az R-10-es számítógép jelentős erőforrásait lekötjük. A szükségszerűen kialakított belső üzemeltetési rend a különböző feladatokra korlátozó tényezőként hat. Ezeket csak bonyolultabb software alkalmazásával és a rendszerfejlesztés folyamatának magasfoku szervezésével tudtuk kiküszöbölni.

A rendszerünk dokumentációjának elkészítését - a korábban elkészült rendszerterv folyamatos bővítésével terveztük megoldani.

Már az első alrendszer elkészültekor be kellett azonban látnunk, hogy ez a forma nem alkalmas a folyamatos dokumentáció elkészítésére, mivel túl verbális és már a kisebb változások is nehezen vezethetők rajta keresztül.

Ennek elkerülése érdekében jelenleg az ARDOSZ-nak nevezett dokumentáció-készítő eljárást használjuk. Ezidáig ez a forma bevált, mivel rugalmas és az automatikus, a számítógéppel készített dokumentáció részek is könnyedén elhelyezhetők benne.

Összefoglalva a rendszerfejlesztéssel kapcsolatban elvégzett előzetes tevékenységünk általában lefedi az általános szempontok által meghatározott feladatokat.

Az előadás anyaga az Eü. Min. 4-13-0201-03/0/Gy. számú "Számítástechnikai módszerek, rendszerek, berendezések fejlesztése, adaptálása az orvostudományban és az egészségügyben" c. tárcaszintű kutatási főirányhoz, minisztériumi szinten kiemelten elfogadott "Számítástechnikai és matematikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és az egészségügyben" c. témában végzett kutatómunka alapján készült.

A beteg-adat nyilvántartó rendszerek kiépítésének integrációs
problémái

Győri István

A szegedi kollokviumokon sok vita kísérte a számítógépek egészségügyi alkalmazásának problémáját mind az előadások közbeni megbeszélések, mind kerekasztal formájában. A kerekasztal megbeszélések főleg az Egészségügyi Minisztériumot ösztönözték számítógépek beszerzésére, illetve egészségügyi számítástechnikai koncepcióterv kidolgozása érdekében. Ezek a viták nagyban hozzájárultak ahhoz, hogy 1972-ben helyi kezdeményezéssel és OM FB támogatással a Szegedi Orvostudományi Egyetemen üzembe állításra kerülhetett az első egészségügyi területen működő számítógép. Ezt követően 1974-ben megszületett az Egészségügyi Minisztérium számítástechnikai koncepcióterve, és az egészségügy területén sorra létrejöttek olyan központok, amelyek önálló számítógéppel rendelkeznek. Ezekben a központokban olyan orvosokból és matematikusokból álló szakembergárda alakult ki, amely rendelkezik a betegnyilvántartási rendszerek létrehozásához szükséges szakmai ismeretekkel.

Az egészségügyben történt fejlődéssel párhuzamosan nagyot változott a számítástechnika magyarországi helyzete is. A számítógépek, illetve számítógépes szakemberek száma megnőtt, létrejöttek a hazai hardware és software gyártás központjai.

Ezek a fejlődésbeli tényezők népgazdasági szinten - így az egészségügyben is - előtérbe helyezték a számítógépek jobb kihasználtságának és az egyes központok együttműködésének kérdését. Az egészségügyön belül a koordinációs munkát az ESZTIK, ill. a SOTE végzi. Ezért a korreferátumomban az általam jobban ismert Csongrád megyei helyzetből kiindulva próbálok következtetni az egész országra vonatkozó integráció kérdésére.

A Csongrád megyei Pártbizottság mellett 1976-ban létrejött a Csongrád megyei Számítástechnikai Koordinációs Bizottság. E bizottság célja Csongrád megye számítástechnikai erőforrásainak, fejlesztéseinek és igényeinek koordinálása, újabb alkalmazási területek felkutatása. A bizottság egészségügyi munkacsoportjának vezetőjeként mó-

domban volt Csongrád megye 10 legnagyobb egészségügyi intézményének vezetőjével beszélgetni azokról a gondokról, amelyek megoldásában a számítógép alkalmazásától segítséget várnának.

A jelenlegi helyzetben az intézmények vezetői olyan adatok felvételét és számítógépes feldolgozását igényelnék, amelyek a gyógyszerfelhasználása, a vonzáskörzetek meghatározása, a táppénzes állomány elemzése szempontjából fontosak. Ugyanakkor komoly igény mutatkozik dinamikus morbiditási statisztikák készítésére, továbbá bizonyos betegségben szenvedők adatainak nyilvántartására. Ezek az igények egymással összefonódva a Csongrád megyében kialakított szakmailag integrált betegellátási rendszer különböző pontjain jelentkeznek. Így merül fel egy olyan egységes adatkezelő rendszer létrehozása, ahol az adatok tárolásában és feldolgozásában is tükröződik a kórház-rendelőintézeti egység. Ennek az elvnek szép megvalósítása például az I.sz. Sebészeti Klinikával közösen kialakított betegnyilvántartó rendszerünk. Ez a rendszer - kihasználva azt, hogy a rendszerünk kialakításában résztvevő orvos-kolléga egyuttal a terület szakfőorvosa is - lehetővé teszi a szivbillentyű betegségben szenvedő összes Csongrád megyei beteg nyilvántartását.

Az ilyen foku integráció létrejöttét azonban rövid idő alatt és általánosan nem tűzhetjük célul magunk elé. Az egészségügyi intézményekben szerzett tapasztalatok alapján úgy tűnik, hogy első közelítésben a Csongrád megyei egészségügyi intézmények problémája jól megtervezett adatfelvételi lapokkal és off-line feldolgozásban megoldható. A SZOTE-n közel 10 éve folynak olyan orvosi kutatások, illetve elemzések, amelyek előre megtervezett adatlapok kitöltésére és feldolgozására alapulnak. Megemlítem pl., hogy az egyetem vezetésének szolgálatában ilyen módszerrel történik az évi 33 ezer fekvőbeteg bizonyos adatainak felvétele, majd feldolgozása. Ebből a feldolgozásból fontos adatok nyerhetők, pl. a vonzáskörzetek, diagnózis szerinti megoszlások és profil betegségek elemzése érdekében.

A Csongrád megyei intézményekben szerzett és saját tapasztalataink alapján úgy tűnik, hogy ma hazánkban a beteg-adat-nyilvántartás (főleg a járóbetegekre nézve) egyik legjárhatóbb útja a számítógépes feldolgozásra alkalmas adatlapok alkalmazása és kötegetelt feldolgozása.

Ebből következik, hogy a beteg-adatok nyilvántartásának és feldolgozásának integrációja két fronton történhet:

a.) Ésszerű átgondolt részterületekre országosan vagy területileg egységes alapbizonylatok létrehozása. Erre példa a szék-szárdi kórházban kidolgozott kórlap-fejlap adatlap, illetve lázlap.

Az egységesség biztosítja az adatok összehasonlíthatóságát, ill. a területi mozgások nyomkövethetőségét. Természetesen az egységes adatfelvételi lapokon túl továbbra is számolni kell a speciális célokat szolgáló adatlapok léteivel, továbbá az egységes adatlapok feldolgozásánál egyedi igények jelentkezésével.

b.) A különböző orvosi szempontok alapján megtervezett és felhasznált alapbizonylatok egységes számítógépes feldolgozásra alkalmas számítógépes programcsomag, ill. rendszerek kidolgozása, illetve az egyes egészségügyi intézmények közötti együttműködés és programcsere megvalósítása.

Ugy tűnik, a mai helyzetben az a.) alternatíva megvalósulása sokkal szerényebben jöhet szóba, mint a b.) alternatíváé.

Az országos integráció problémái megítélésem szerint szoros kapcsolatban állnak az 1974-ben kiadott egészségügyi koncepciótervvel is. Ez a koncepció - nagyon helyesen - több számítógépes betegnyilvántartási modell párhuzamos kidolgozását indította el.

Ezeknek a modelleknek a kidolgozása folyik, és mint a kollokvium anyagából is látható, már eddig is komoly eredmények születtek. Ugyanakkor féltő, hogy a különböző területeken és helyeken folyó modell-kísérletek teljesen elfedik azokat a pontokat, amelyeken az egyes rendszereket egységessé lehetne és kellene tenni. Ennek elkerülése érdekében a modellek folyamatos követésére, elemzésére és az előre kidolgozott rendszertervek összevetésére lenne szükség. Ez az elemző munka nyújthatna lehetőséget a vezetésnek egy ésszerű, dinamikus integráció megteremtésére. Így egyrészt elkerülhető lenne a túlzott és fejlődést gátló egységesítés, másrészt figyelembe lehetne venni, hogy a kialakítandó rendszerek például tudományos kutatói környezetben vagy kórházi környezetben kerülnek-e kidolgozásra.

Az integráció fő szempontja lehetne a beteg törzs-fájlban feltétlenül szereplő adatok, és az egységes beteg-azonosítási szám lerögzítése. Hasonlóan fontos kérdés a számmal nem jellemezhető szövegszerű fogalmak szakmánként egységes rendszerének kidolgozása, ennek kötelező elrendelése, és a továbbiakban rendszeres karbantartásának megszervezése.

Az integráció kérdése, mint már előbb is említettem, a számítógépes programok oldaláról is megközelíthető, akár egységes programrendszerek, akár rendszeres programcserék formájában. Ezzel kapcsolatban Kovács Győzőnek 1971. évi Neumann Kollokviumon elhangzott "Számítógépes orvostudományi bázisok" című előadásából idézek, amely szerint többek között a következő gátló tényezők vannak:

- viszonylag sokféle számítógép,
- a számítóközpontok közötti laza kapcsolat,
- a tájékoztatás hiánya, és az elszigetelt alkalmazás technikai bázisok,
- a központi programarchivum hiánya.

Az 1971-ben a számítástechnikában általánosságban elmondottak ma az egészségügyre is igazak. Ugy tűnik, hogy a különböző egészségügyi számítógépes bázisok eltávolodása, az eltelt idővel és a megoldott feladatok nagyságrendjévei arányosan növekedhet.

Ezért az elmondottak szellemében már most fontosnak tartanám, hogy komoly lépések történjenek az ésszerű szakmai integráció megvalósítása érdekében.

Milyen átszervezések szükségesek egy megyei kórházban - az
eddig tapasztalatok alapján - a számítógépes betegnyilvántar-
tás komplex bevezetésével

Szentgáli Gyula

Az emberiség nagy gondolkodói korszakalkotó felfedezéseikkel mindig teremtettek egy új lehetőséget, hogy az ember újra organizálja a maga-körüli életet, a zajló jelenségeket. A szervezetek, intézmények legnagyobb értéke a benne élő, alkotó ember. Szerepe és értéke egyre nő.

Vannak akik ezt a helyzetet úgy fogalmazzák meg, hogy a "rendszerek emberarcuak".

Az emberiség által feldolgozott ismerethalmaz, valamint az embernek az a törekvése, hogy megváltoztassa a természetet és környezetét, igen bonyolult szervezeteket eredményezett. Ha ezek működését meg akarjuk érteni, el kell szakadnunk attól a szemlélettől, amelyik kategóriákat, merev tételeket jelöl ki a rendszerekre és magukra a vezetőkre is. Éppen az, ami mindig megkülönbözteti egymástól a vezetési szituációkat és a vezetőket, kell arra kényszerítsen, hogy összetettebben szemléljük működésüket irányíthatóságukat. Nagyon sok tudományág eredményeit felhasználva, a legkülönbözőbb módszerek alkalmazásával közelíthetjük meg a megismerést.

Ha most egy megyei kórház kereteit, és az abban évszázados hagyományok alapján kialakult rendszert és az azt kiszolgáló embert akarjuk megváltoztatni, akkor mindenekelőtt definiálnunk kell a kórház fogalmát.

Egészségügyi intézménynek tekintjük azt a kollektív gyógyító és gazdasági szervezetet, mely

- adott személyeknek, anyagi és technikai eszközöknek,
- a gyógyítás területén
- a társadalmi munkamegosztásban elfoglalt helyzetük által meghatározott,
- szervezett csoportját alkotják,

mely csoport önállóan képes

- helyzetének megfelelő célok kitűzésére és
- a célkitűzésekben szereplő tevékenységek önálló végrehajtására.

Bár igaznak tűnik G.B. Shaw mondása: "Mindig érdemes valamit rosszul csinálni, mert ebből kiderül, hogyan nem szabad, és ezzel nagy lépést tettünk afelé, hogy megtanuljuk hogyan kell", alapján jelenlegi kórház-rendszerünk kritikáját két fogalomba tudnám sűriteni.

Megyei kórházainkban jelenleg is még funkcionális igazgatás folyik, amely annyit jelent, hogy az információk és adatok kusza szövevénye az intézet számtalan helyén, azonos formában jelenik meg.

Helyét feltétlenül át kell venni az integrált igazgatási rendszernek, amely viszont csak abban az esetben történhet meg, ha

1. az irányítandó folyamatokról kellő mértékű ismereteink vannak,
2. az ítélet alkotást véges-számú elemi ítéletek kombinációjára tudjuk bontani.

A változtatás a rendszerben az alábbi lépéseket követeli meg.

1. Az intézmény vezetőségének meg kell látnia intézménye "betegségeit", mielőtt az krónikussá válna és desorganizálni kezdené a szervezetet.

2. Meg kell egyezni a szervezetben dolgozó vezetőkkel és dolgozókkal a működés megváltoztatásában, az eljövendő célban és a követendő módszerekben.

3. Meg kell szerezni a támogatást a párt- és tanácsi vezetők-től, valamint a kapcsolódó szervezetek, intézmények vezetőitől és dolgozóitól. A tervezett változások végrehajtásának magától értetődően az első időszakban nagyon sok ellenzője lehet, főleg abban a stádiumban, amikor a rendszer betegsége inkubációs időszakban van. A többség nem észleli a helytelenséget, és rögtön felmerül benne a változtatáskor a "miért" kérdése. Ennek a tényezőnek a figyelembevétele ad lehetőséget, hogy számba lehessen venni az erőket és eszközöket, amelyek a változás első lépéseinél a vezető rendelkezésére állnak.

4. Meg kell teremteni az együttműködést a szervező és vezetésszolgáltató szakemberekkel. Kölcsönösen ki kell fejlődjön egymás iránt a "szükség"-érzet. Ez azon intézményben hozható legrövidebb időn belül létre, ahol tisztában vannak a vezetéstechnikának a FELADATOK - EMBEREK összekapcsolási kérdéseivel, és ahol a vezető inkább operatív, mint elméleti típusu.

Az olyan intézeten belüli szervezet, melynek munkáját, tevékenységének inputjait nélkülözni lehet, tulajdonképpen felesleges. Nem lehet viszont elképzelni, hogy - kórházi vonatkozásban - a sérült szervezet megszüntesse "betegsége" idejére tevékenységét, hogy bárki eltekintsen jól vagy rosszul betöltött szerepének ellátásától. Ezért tehát a "gyógyulás" folyamata a szervezet működésének állandó fenntartása mellett kell, hogy végbemenjen.

A sérült szervezet vezetőjét MINDENKI és MINDEN egyre erőteljesebben kényszeríti a VÁLTOZÁS megkezdésére és végrehajtására. Ez a körülmény nem kedvez a szisztematikus "gyógyítás" véghezviteléhez. A vezető ebben a helyzetben nem engedheti ki kezéből az irányításnak, a vezetésnek még a részleteit sem, mert az események "elsodorják".

Ha a vezető bizonyosságot szerzett az információk elemzésén keresztül helyzetértékelésének helyességéről, megnyerte a szükséges erőket a változtatások végrehajtásához, és meggyőződése a változtatások célja és módszere, akkor azt szisztematikusan kell végrehajtani. A megindított folyamat pozitív visszacsatolása és első lépések eredményei után sokszorozódnak a sikerek, és biztos ut vezet a célok eléréséhez, a szervezeti munka eredményes megváltoztatásához.

A szervezet működésének megváltoztatása

A vezető azért vezető, mert több munkáért felelős, mint amennyit ön maga el tud végezni. Ezért vannak beosztottjai. A változást ezek hajtják végre, tehát ismerni kell a vezetőnek az emberek befolyásolási lehetőségeinek módját. Ha ebből a széles tudományágból semmit sem ismer, akkor sem tévesztheti szem elől az EFFEKTUS-törvényt. (Azt a viselkedést vagy magatartást, amely jutalomhoz vezet, az emberek megismétlik, míg azt, amely ehhez nem vezet, elhanyagolják.)

Ez egy látszólag nagyon egyszerű következtetés, de a gyakorlati vezető szempontjából, különösen a működés megváltoztatásának idő-

szakában hallatlan fontossággal bíró motivum.

A vezető feladata tehát, hogy beosztottjainak alkotó erejét mindjobban mozgósítsa. Megértesse, hogy a szervezet működésének formáját és tartalmát állandóan változtatni kell a fejlődés érdekében.

A feladat-tisztázás

A feladattisztázás rendszeresen ismétlődő - saját tartalmára visszatérő - tevékenysége a vezetőnek. Ez a tevékenység kapcsolatban van sok más vezetői tevékenységgel, melyek a szisztematikus vezetési módszer miatt szintén ciklikusak.

Célok meghatározása, célok kitűzése, megegyezés a célokban

Sok vezető és beosztott úgy gondolja, hogy az intézmény céljai magától értetődőek, főleg egy kórházban. A célok meghatározása fontos, mert a tapasztalat szerint, könnyű az embereket munkára, kevésbé könnyű azonban FONTOS MUNKÁRA MOTIVÁLNI. A motivációs elmélet feltételezi, hogy a szervezetben dolgozóknak célokra van szükségük, amely felé törekшенek.

A célok lehetnek határozottak, elérhetők, folyamatosak és a szervezet különböző szintjein koordinálhatók.

A célok meghatározásakor a következőket kell figyelembe venni:

- meg kell határoznunk a kívánt eredményt,
- a kívánt eredményhez mértéket kell megadnunk,
- reális határidőket kell megjelölnünk,
- nem szabad azonosítanunk a célt a feladattal,
- a célok elérésére ne kényszerítsük a dolgozókat, együttműködésüket kell megszerezni,
- több cél esetén a prioritást is meg kell határozni.

Az értékelési rendszer sikertelenségének leggyakoribb oka, hogy homályosak azok a kritériumok, amelyekhez viszonyítva az eredményeket értékelik.

Megegyezés a célokról. A következő lépéseket kell követni:

1. A vezető tisztázza saját és beosztottai feladatát.
2. A vezető saját céljairól megegyezik feletteseivel.
3. A vezető közli saját céljait az egész kollektívájával.
4. Minden dolgozó javaslatát figyelembe kell venni, a cél megvalósítása érdekében.
5. A vezető módosítsa a célokat prioritás szerint.
6. A vezető és beosztottak megegyezésének kell létrejönni.
7. Közös akciótervnek kell készülni arról, hogy mit biztosít a vezető a dolgozó számára a cél elérése érdekében.

Felelősségek megállapítása

A legtöbb MŰKÖDÉSI SZERVEZETI SZABÁLYZAT-ban a felelősség helyett feladatokat sorolnak fel. Amikor a dolgozó globál mindenért felel, akkor semmiért sem felel.

A felelősségek megállapításánál a következőket célszerű figyelembe venni:

- a beosztott munkája során csak egy vezető felé tartozzon felelősséggel,
- felelősségének mértéke legyen összhangban személyes képességeivel,
- van akit a felelősség igényesebb munkára motivál, annak adjunk nagyobb felelősséget. Van akit a felelősség megrettent, a munkák során igyekszik önmagát biztosítani, erre koncentrál, ennek adjunk kevesebb felelősséget, hogy a munka elvégzésére fordítsa minden energiáját.
- A szervezet, vagy a beosztott felelősségéről minden érdekeltet tájékoztatni kell.

Hatáskör vagy korlátozások megállapítása

A jog forrása a törvény. A hatáskör tulajdonképpen a cselekvés "joga", és egyben kötelessége is.

Egy meghatározott célú és felelősségű feladatot csak úgy lehet sikeresen megoldani, ha megadjuk hozzá a szükséges hatáskört. A legritkább esetben tapasztalható, hogy erre a körülményre a vezetők tekintettel vannak.

Általános szabályként kell elfogadnunk, hogy a hatáskört olyan mértékben kell decentralizálni, ahol az még összhangban van az intézkedéshez szükséges információkkal, és minél közelebb kell, hogy legyen ahhoz a területhez, ahol a problémát meg kell oldani.

Értékelő kritériumok megállapítása

Egy beosztottnak nagyon fontos tudni, hogy munkája végeztével milyen alapon fogják munkáját elbírálni, illetve értékelni. Tehát a feladattisztázás során pontosan meg kell határozunk azokat az értékelő kritériumokat, amelyek azt a célt szolgálják, hogy a munka befejeztével a dolgozóval közösen értékelésre kerüljön az elért eredmény, vagy sikertelenség.

Az értékelési kritérium tehát:

- mérhető legyen, és lehetőleg számokkal fejezze ki az elérendő eredményt, vagy annak egy részét,
- csak ahhoz a feladathoz kapcsolódjon, amit kiadtunk,
- ne legyen nagyon távoli,
- ne kerüljön nap mint nap megváltoztatásra,
- mindenki egyformán értelmezze.

A vezetés módszeressége

Fentebb részletesen szóltam arról, hogy a vezetőnek milyen sokrétű, bonyolult problémahalmazzal kell megküzdenie a feladatok és emberek összekapcsolásában, a külső körülmények és feltételek kuszaságának figyelembevétele mellett.

Az egyetlen dolog, ami ezek között segít eligazodni, az a rendszeresség, módszeresség, a problémák moduláris szisztematikus megközelítési módja.

Kórházunkban ennek alapján 1967-ben indítottam el a számítógépes betegnyilvántartás komplex bevezetésének rendszerét, amely külső segítséggel, nagyfokú belső ellenállással, HOLLERITH használt gépparkkal realizálódott.

A fenti vezetői kritériumok alapján jónéhány belső munkatársunktól kellett elbucsoznunk, és közben elindítani intézetünk, főleg orvos dolgozóinak szemléleti változtatását, előkészítésként a bevezetendő új rendszerre.

Ezzel egyidőben különböző szakorvosi csoportok szorgos munkája indult meg szakmai kérdések tisztázása érdekében, valamint a betegnyilvántartás komplexitását feltételező egységes dokumentációs rendszer kialakítására. Régi gépparkunk átcserélésének

lehetőségét - az Eü. Min. és az OMFB által támogatott, és jan. 1-én technikailag is átadott - R-10 számítógép rendszer biztosította. Ennek működését széleskörű rendszerszervezés előzte meg, melynek eredményeként hoztuk létre kórházunkban a Dokumentációs és Információs Központ-ot.

Ennek általános szervezési fejlesztési és működési irányelvei: "korszerű" (géporientált), adminisztrációs, dokumentációs és információs rendszer kidolgozása és bevezetése, az egészségügyi ellátás színvonalának továbbfejlesztése érdekében.

A korszerű információs rendszerünk létrehozásának részeként az alábbi feladatok kerültek megoldásra:

- a betegek adatait tartalmazó orvosi dokumentációk egyszerűsítése, központi kezelése,
- a gondozók, szűrővizsgálatok korszerű dokumentációs rendszere,
- az egy betegágyra koncentrálható és gépi feldolgozással követhető, gyógyszerfelhasználás információs rendszere,
- a betegségek kivizsgálásának meggyorsítását elősegítő információs rendszer kidolgozása, a gyógyítási tényezők hatékonyabb kihasználása érdekében,
- a belső kommunikációs rendszer javítása,
- az ügyvitelgyejesítés fejlesztése,
- megfelelő információsrendszer a magasabb színvonalu döntéshozókészítés és gazdaságossági számítások elvégzése érdekében,
- korszerű szervezési technikai eljárások alkalmazása az egészségügyi ellátás további javítása érdekében,
- modern archiválási rendszer kialakítása.

Tolna megye területén az országban egyedülálló nagyságrendű integrációra került sor, mely azt jelenti, hogy a megye összes - nem városi - gyógyító-megelőző intézménye (kórházak, rendelőintézetek, gondozók stb.) egy egységben működik.

Igy a DIK feladata az egész megyét magában foglaló hálózat rendszerkialakítását kell, hogy tartalmazza. Ez a szervezet az alábbi tagozódással végzi munkáját:

1. Dokumentációs és Információs Központ vezető

1.1. Orvosszervező

1.2. Adminisztráció

2. Szervezési és Programozási osztályvezető

2.1. Szervezés

2.2. Programozás

2.3. Rendszerfejlesztés

3. Üzemeltetési osztályvezető

3.1. Adatelőkészítés

3.2. Adatfeldolgozás

3.3. Karbantartás

4. Információs és Dokumentációs osztályvezető

4.1. Betegfelvétel

4.2. Dokumentációs kezelés

4.3. Mikrofilm Centrum

4.4. Statisztika.

Eddigi tapasztalataink alapján a most már egyesített szervezet letéteményese a komplex számítógépes beteg- és kórházi nyilvántartás továbbfejlesztésének.

Nagy eredményeket értünk el, de sokkal több az előttünk álló feladat, melyeket érzékeltetés céljából csak távirati stílusban sorolnék fel:

- meg kell oldani a nomenklatura-,
- a szemantika-,
- a szimbolika problematikáját,
- adatok összehasonlíthatóságának biztosítását,
- elsődleges orvosi dokumentáció egységesítésének és szabványosításának kérdését,
- űrlapok egyszerűsítését az orvosi dokumentáció csökkentése céljából,
- orvosi adatok rendszerezését, osztályozását,
- egységes szimptoma mátrixok kidolgozását,
- speciális orvosi algoritmus-nyelv kidolgozását,
- orvosi információk osztályozását, szabványosítását, egységesítését,

- terminológiai szótárak és a diagnosztikai műszavak szótárainak létrehozását,
- diagnosztikai táblázatok megalkotását,
- programozott oktatási és továbbképzési terveket,
- valamint meg kell szabni az információs lépcsők információ-szükségletét,
- a mutatók olyan rendszerét kell kiművelni, amelyek segítséget nyújtanak ahhoz, hogy az objektivitás kel-
lő mértékével értékelhessék a különféle szakorvosok és
intézetek, valamint az alárendelt irányító szervek mun-
kájának minőségét és hatásfokát,
- felül kell bírálni valamennyi intézet elsődleges nyilván-
tartási bizonylatát abból a célból, hogy alkalmassá te-
gyjük azokat az elektronikus számítógépbe történő köz-
vetlen betáplálásra, továbbá kísérleti úton ellenőrizni
kell a kiválasztott bázisokon az eü. statisztikai informá-
ciók összegyűjtésének és feldolgozásának új rendszerét.

A fentiekből egyértelműen látható, hogy van mit tennünk,
és a kerekasztal konferenciánknak bőven van miről vitatkozni.

Beteg - adat megbízhatóság, érvényesség, szelekció

Ghyczy Kálmán

I. A tünet és a kezelés lehetséges összefüggései:

1. A hippokratészi medicinában a kezelés egyéni volt, tehát tüneti. A kórisme azonos a tünettel.

2. A 17. század (Sydenham T.) óta alakult ki a ma is érvényes módszer: a tünetekből kórisme - egy elvont fogalom - lesz, és erre irányul a kezelés.

3. Legújában - pl. az intenzív ápolás vagy a tömeges el látás során - újra van tüneti kezelés. De most nem felesleges a kórisme, hanem csak mellékes, vagy tüneti értékű.

4. Saját javaslatunk (3) egy új eljárásmód: a tünetek alapján a teendők szempontjából való csoportosítás. Ez az operatív diagnózis. A régi értelemben vett kórisme itt sem felesleges. Azonban egy adott helyen és időben az orvos ritkán törekedhet valami végső ok tisztázására.

A tünetet tágan értelmezem: minden klinikai adat az. A klinikumot a legtágabb értelemben használom: ez az un. gyógyító - megelőző egészségügy.

II. A klinikum adatforrásai:

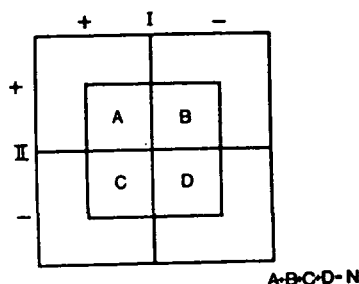
1. A kórelőzményi adat (anamnézis), lényegében tudakozódás,
2. a vizsgálati lelet (status), tulajdonképpen érzékszervi vizsgálat,
3. a vegyi és eszközös vizsgálatok (francia szóhasználattal: paraklinikum).

III. Az adatokat a medicinában is minősítik:

a.) a jó és a rossz reprodukálhatóság, ill. érthetőség szerint megkülönböztetnek szilárd és lágy adatokat. A kórelőzményt általában a lágy adatok közé sorolják és tekintélye a paraklinikumnak van. Pedig ez téves! Az anamnézis pontosítás és értékmérés után lehet szilárd

adat is, és ugyanakkor bármilyen adat a anyag kezeléstől lágy.

b.) A másik minősítési mód a tesztek stb. értékmérése. Ennek szokásos szempontjai legjobban az un. négymezős kontingencia táblán szemléltethető (1. ábra).



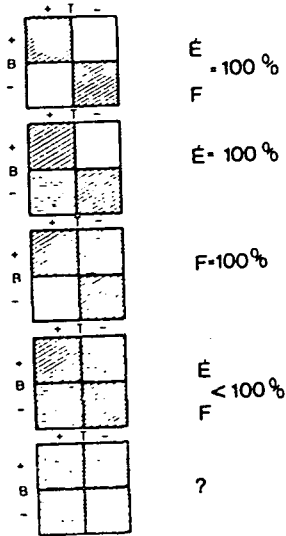
1. ábra

1. A tárgyilagosság (objektivitás) azt mutatja, hogy két vizsgáló (az ábrán I és II) kezén mekkora az egyezés? Példája lehetne az ernyőfénykép másodértékelése.

2. A megbízhatóság (reliabilitás) azt mondja meg, hogy kétszeri felvétel (az ábrán I és II) során milyen foku az egyezés? Példája az un. paralel-teszt lehetne.

3. Az érvényesség (validitás) arra utal, hogy két módszer (I = a vizsgált módszer és II = a referencia eljárás) között mekkora az egyezés. Példája: az új eljárás elbírálása egy régi standard módszer tükrében.

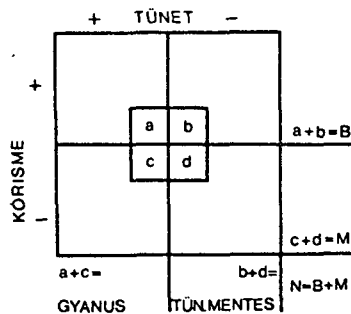
Az érvényesség számításakor kiindulhatunk a tünet (az ábrán I) és a betegség (az ábrán II) összefüggéséből is. Ezt az érzékenységgel (szenzitivitás = a betegek hányad részét találja meg a teszt) és a fajlagossággal (specifititás = a nem olyan fajta betegek hányad részét zárja ki a teszt a gyanúból) szokás jellemzi. Ezek alapján tünet és betegség között néhány kapcsolat típus fedezhető fel (2. ábra).



2. ábra

Az első esetben: a tünet és betegség tulajdonképpen azonos. A másodikban: lehet hamis pozitív eset. Pl. rheumás láz heveny szakában gyorsult a vvs. süllyedés, de egy magában ez nem bizonyíték. A harmadik változatban: hamis negatív esetek fordulhatnak elő. Pl. a lentasepsist poz. haemocultura bizonyítja, de a negatív nem zárja ki (hiszen az esetek egy nagy hányada abakteriaemiás). A negyedik: a leggyakoribb. Tünet és betegség között korreláció áll fenn. Az ötödik ábra a legfontosabb buktatóra, a pseudosymptomára emlékeztet csupán. Az összefüggés ilyenkor látszólagos és oka a túl kevés megfigyelés.

A közhittel ellentétben az érzékenység a feltételezett kórisme elutasításában, a fajlagosság a ráutalásban segít. A negyedik, a legfontosabb változatot külön ábrán mutatjuk be (3. ábra).



3. ábra

"B" jelenti az egy bizonyos betegségben szenvedőket, "M" az összes többi (tehát más betegségben szenvedőt és egészségeset egyaránt). Nem célszerű az éppen vizsgált "B" betegséget az egészségesekkel összehasonlítani, mert

a.) az egészségügyi ellátáshoz főleg a betegek és nem az egészségesek fordulnak, tehát kevés van belőle,

b.) ahol feltétlenül szükség van rájuk (pl. klinikai farmakológia), ott fáradtságos munkával be is kell ezt bizonyítani, és

c.) a legfontosabb - az elkülönítő - kórismézésben sok számításba jövő betegségszótár mellett az egészséges csupán egy további lehetséges kategória.

Mindebből természetesen következik, hogy minden tesztet lehetőleg szűrővizsgálatszerűen mindenkin el kellene végezni (bő.rutin).

A táblázatból számítható mutatók:

érzékenység = $a / a + b$ hamis negatív = $b / a + b$

fajlagosság = $d / c + d$ hamis pozitív = $c / c + d$

a pozitív döntés pontossága = $a / a + c$

a negatív döntés pontossága = $d / b + d$

az érvényesség = $a + d / a + b + c + d$

IV. Egy keresett betegség előfordulási gyakoriságának befolyása:

1. nincs hatással az érzékenységre, ill. fajlagosságra. (Ezeket a vizsgálómódszer változtatásával lehet - bizonyos mértékig, és rendszerint egymás kárára - befolyásolni.)

2. A csökkenő prevalencia és alacsony fajlagosság egyaránt nagyon rontja a pozitív döntések pontosságát.

3. A csökkent fajlagosság ugyanekkor mérsékelten rontja a negatív döntések pontosságát.

Mindezekről próbaszámítások révén könnyen meg lehet győződni. A szűréssel sokat foglalkozó epidemiológusok le is vonták ezekből a tanulságot:

a.) 0,5 - 1 % alatti incidenciájú betegséget nem érdemes keresni.

b.) Ha a ténylegesen betegek aránya nem éri el a 10 %-ot, a kiszűrtek között, akkor más módszert kell alkalmazni.

A klinikumban a helyzet más, ezért:

A.) minthogy a csökkenő prevalencia főleg a pozitív döntések pontosságát rontja, ezért a negatív eredményű tesztet is mindig mérlegelni kell. Különösen, ha a minősítési mutatói gyengék.

B.) Egymástól független tesztek sora igen gyors ütemben mintegy "dusítja" a kiszűrtek között a betegeket. Ezért akármilyen gyenge, de ismert mutatójú tesztek sorát érdemes alkalmazni.

C.) Operatív diagnosztikus osztályok megalkotásával a betegség-gyakoriságot is befolyásolni lehet.

Az utóbbi kettőre példa (2). Az elmondottak jelentős részének matematikai kifejtése megtalálható (1).

Irodalom

- (1) B. Nagy A.: Klinikai vizsgálóeljárások hatásosságának jellemzése, KFKI report, 1977, 99.
- (2) B. Nagy A., Ghyczy K.: Medical Diagnostic Questionnaire for Screening Cardiopulmonary Diseases and related Neuroses. Computers in Cardiology, Conference Rotterdam, 1977.
- (3) Ghyczy K., B. Nagy A.: Kérdőívből operatív diagnózis. 6. Neumann Kollokvium, Szeged, 1975.

B. Nagy András

Az előzőekben Dr. Ghyczy Kálmán főorvos egyszerű példán illusztrálta, hogy a vizsgáló eljárások hatásosságának jellemzésére elterjedten használt érzékenység (É), fajlagosság (F), validitás (V) paraméterek megtévesztően kedvező képet adhatnak a teszt hatásosságáról, amennyiben a szóban forgó vizsgáló eljárás döntési kritériumait minden további megfontolás nélkül orvosi döntésként kívánjuk felhasználni.

Vizsgáljuk meg, hogy a döntési valószínűségek hogyan alakulnak a betegségek előfordulási gyakoriságának (prevalencia, PR) figyelembe vételével.

Jelölje a, b, c, d a négymezős kontingencia-tábla mezőit általános esetben, ekkor egy D diagnosztikai osztályba való tartozás valószínűsége, amennyiben a besorolás alapját egy T vizsgáló eljárás (teszt) pozitív eredménye (T_p) képezi:

$$p(D/T_p) = \frac{p(T_p/D)p(D)}{p(T_p/D)p(D) + p(T_p/\bar{D})p(\bar{D})} = PP \dots /1/$$

Bayes szerint: ahol $p(T_p/\bar{D})$ annak a valószínűsége, hogy egy vizsgált individuum T_p pozitív teszt eredménnyel rendelkezik, feltéve, hogy nem tartozik D -be, és $p(\bar{D})$ jelöli a nem- D osztályba tartozás valószínűségét.

Írjuk fel az /1/ összefüggést a kontingencia-tábla mezőinek segítségével:

$$PP = p(D/T_p) = \frac{\frac{a}{a+b} \frac{a+b}{a+b+c+d}}{\frac{a}{a+b} \frac{a+b}{a+b+c+d} + \frac{c}{c+d} \frac{c+d}{a+b+c+d}} = \frac{a}{a+c} \dots /2/$$

általános esetben. Hasonlóan számítsuk ki a D betegség osztályból va-

ló kizárás valószínűségét, abban az esetben, amikor a kizárást a T teszt negatív eredménye alapján határozzuk el:

$$PN = p(\bar{D}/T_n) = \frac{\frac{d}{c+d} \frac{c+d}{a+b+c+d}}{\frac{d}{c+d} \frac{c+d}{a+b+c+d} + \frac{b}{a+b} \frac{a+b}{a+b+c+d}} = \frac{d}{d+b} \dots /3/$$

tetszőleges összetételű populáció esetén.

Helyettesítsük be a /2/ és /3/ egyenletekbe a már definiált érzékenység, fajlagosság és a prevalencia (PR) kifejezéseit: ekkor a

$$PP = \frac{\bar{E} \cdot PR}{\bar{E} \cdot PR + (1-F)(1-PR)} \dots /4/$$

$$PN = \frac{(1-PR)F}{(1-PR)F + PR(1-\bar{E})} \dots /5/$$

összefüggéseket kapjuk.

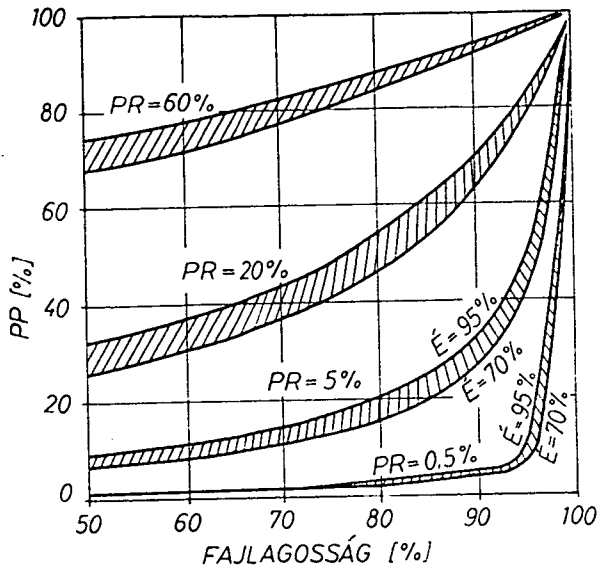
Végül fejezzük ki a validitás értékét a bevezetett fogalmak segítségével:

$$V = p(D|T_p) + p(\bar{D}|T_n) = p(T_p/D)p(D) + p(T_n/\bar{D})p(\bar{D})$$

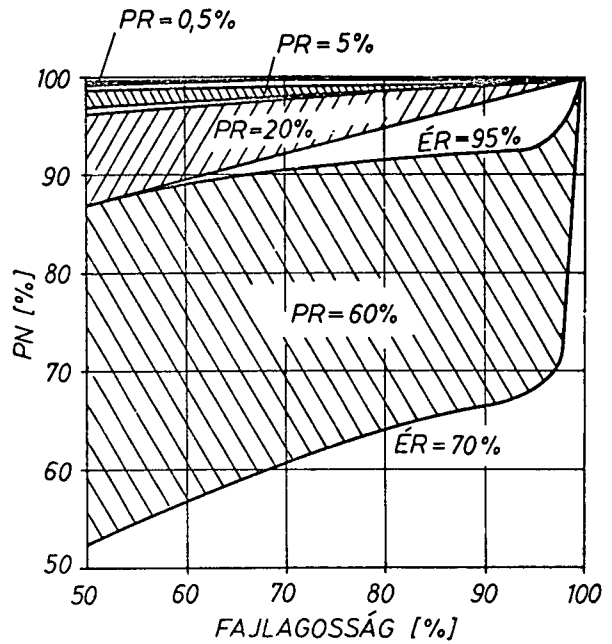
$$V = \frac{a}{a+b} \frac{a+b}{a+b+c+d} + \frac{d}{c+d} \left(1 - \frac{a+b}{a+b+c+d} \right)$$

$$V = \bar{E} \cdot PR + F(1-PR) \dots /6/$$

A /4/ és /5/ összefüggések alapján számított és grafikusán közölt eredmények (1. és 2. ábra) azon túlmenően, hogy a grafi-



1a. ábra



1b. ábra

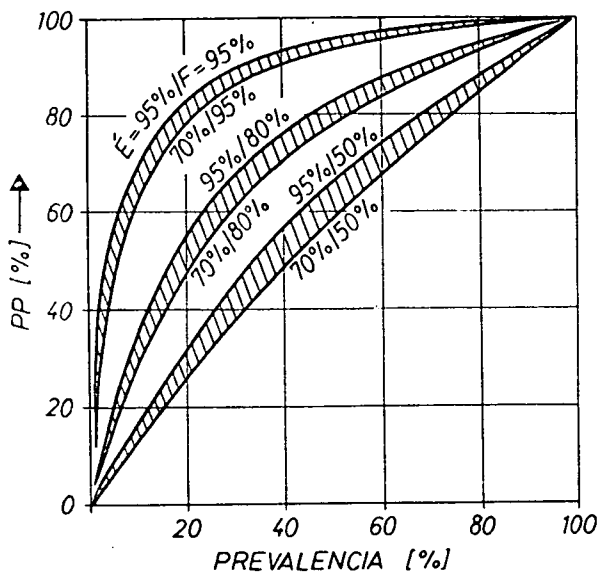
konokból egyszerű módon kiolvasható döntési (megbízhatósági) valószínűségekről tájékoztatnak, néhány általános következtetés leszűrésére is alkalmasak.

Az 1a, 1b. ábrák a pozitív- és negatív döntési valószínűségek értékeit mutatják a fajlagosság függvényében. Az ábrázolt görbe-sávok határait az érzékenység 70 % és 95 %-os értékei alkotják. Megállapítható, hogy

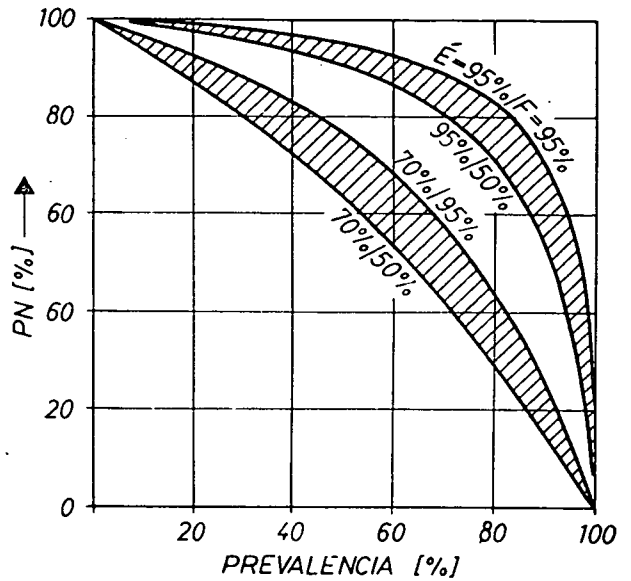
- adott prevalencia mellett a pozitív döntés valószínűségét főként a teszt fajlagossága határozza meg,
- ritkán fellépő betegségek vizsgálatára azok az eljárások alkalmasak, amelyek nagy fajlagossággal rendelkeznek,
- a kis prevalenciájú betegség osztályból való kizárás esete még közepes \bar{E} , \bar{F} mellett is nagy valószínűségű esemény.

A 2a, 2b. ábrák elsősorban a vizsgálóeljárások megtervezéséhez nyújtanak segítséget. Egészségügyi statisztikákból ismeretesek a betegségek egyes orvosi munkahelyeken való előfordulási gyakoriságai, továbbá kijelölhetők azok a döntési valószínűségek, amelyek a beteg-

ség súlyosságának, a lehetséges terápiának, a betegség társadalmi veszélyességének stb. ismeretében szükségesek. Ily módon az \bar{E} , F értékeinek ismeretében a lehetséges vizsgálatok köréből kiválasztható az a legalkalmasabb (leggyorsabban elvégezhető, vagy legolcsóbb, vagy a páciensre nézve legkisebb rizikóval járó stb.) vizsgálóeljárás, amely alapján a szükséges pontosságú döntések meghozhatók.



2a. ábra



2b. ábra

A 2a. ábrán ábrázolt görbesávok határait rögzített F mellett az \bar{E} 50 % és 95 %-os értékei képezik, a 2b. ábrán az \bar{E} paraméterezésével az F 50 % és 95 %-os értékeit ábrázoltuk.

Végezetül megjegyezzük, hogy a fentiekben vázolt gondolatmenet továbbvitele egyszerű eljáráshoz vezet szekvenciális vizsgáló eljárások kiértékelésére, a módszer lehetővé teszi egymástól biológiai értelemben független vizsgáló eljárások összekapcsolását.

Az elv egy alkalmazásaként ehelyütt csupán az (1) irodalomra hivatkozunk.

Irodalom

- (1) Németh J., B.Nagy A.: Heart-beat interval analysis and evaluation of medical questionnaire for determining ischaemic heart disease, 4 th Int.Cong.on Electrocardiology, Balatonfüred, 1977.
- (2) B.Nagy A.: Klinikai vizsgálóeljárások hatásosságának jellemzése. KFKI Report, 1977-99.

Az Egészségügyi Minisztérium Központi Számítástechnikai Intézetének szerepe az irányítási információrendszer részeként működő egységes, országos betegnyilvántartási rendszerek kidolgozásában

Mányi Géza

A lakosság egészségi állapotának ismerete, a betegségek, halálozások alakulásának figyelemmel kísérése az egészségügyi vezető-irányító munka alapvető feladata minden szinten, így országos szinten is.

A lakosság morbiditásának követése az egészségügyi információ rendszer elsődleges feladata.

Jelentős eredmények születtek Magyarországon eddig is a hagyományos nyilvántartások, a statisztikai jelentések, a beteg-bejelentések felhasználásával.

Alapvetően új és tágabb perspektívát nyitott meg számunkra a számítógépek felhasználása. E lehetőséggel élni kell. Az eddigi hazai és a gazdag külföldi tapasztalatok helyes hasznosításával, azok szintetizálásával elérkeztünk a konkrét tervek megfogalmazásának, majd kidolgozásának időpontjához.

Az Államigazgatási Számítástechnikai Szolgálat (ÁSZSZ) Honeywell Bull 66/60 és 66/20 gépe rendelkezésére áll az egészségügyi ágazatnak. Az ESZTIK egyik felhasználója az ÁSZSZ-nek, így a szükséges gépi kapacitás rendelkezésünkre áll.

Az Állami Népszégyenyilvántartó Hivatal (ÁNH) áltai bevezetésre kerülő központi népszégyenyilvántartó szám segítségével az eddig szétszórtan tárolt, kezelt betegségre vonatkozó adatok felhasználhatók lesznek az egészségügyi információrendszer fejlesztéséhez. A ma még szétszórtan található adatok összevetése, tényleges információvá alakítása a megvalósulás útjára lépett.

Ezen adatok, majd információk évek során folytatott kövétés vizsgálatára pedig ma még alig felmérhető tudományos értékeket is rejt magában.

A lakosságra, illetve az egyénekre vonatkozó betegségi adatok, melyek eljutnak a központi szervekhez bejelentés, tehát élő adatszolgáltatás formájában, a következők:

1. Bejelentett fertőző betegségek.
2. Kórházban megállapított betegségek.
3. Keresőképtelenséget okozó betegségek.
4. Rokkantságot okozó betegségek.
5. TBC megbetegedések.
6. Ideg-elme betegségek.
7. Nemibetegségek.
8. Daganatos betegségek.
9. Trachoma.
10. Amputált betegek adatai.
11. Foglalkozási betegségek.
12. Növényvédőszer okozta mérgezések.
13. Vetélések.
14. Fejlődési rendellenességek.
15. Fiatalkori szellemi- és mozgásszervi fogyatékossgot okozó betegségek.
16. Mozgássérülés gyermekkorban.
17. Ételmérgezések.
18. Balesetek.

A felsorolás nem teljes.

A betegségek mellett nagyjelentőségű azok végső kimenetelének, a halálokoknak nyilvántartása, elemzése is. Ez szintén rendelkezésre áll.

A nyilvántartás, adatfeldolgozás legtöbb esetben manuális úton történik ma még.

Megtörtént a számítógépre szervezés az alábbi rendszereknél:

- kórházi morbiditás
- fertőzőbetegségek nyilvántartása
- keresőképtelenséget okozó morbiditás
- rokkantságot okozó morbiditás.

Ezen elkészült alrendszerek tapasztalatainak általánosítása, majd az egész nagy rendszer egységes kialakítása a soronlévő feladat.

Olyan betegségeket tartalmazott a felsorolás, melyek nyilvántartása, bejelentése már megoldott.

Ezek a legkülönbözőbb helyen és formában találhatók meg ma Budapesten.

Az egységes betegnyilvántartás kialakítása, majd a betegségek folyamatos követése nehéz, de nem lehetetlen feladat az ÁSZSZ bázisán.

Az esetszám már jelenleg is olyan nagy, hogy első feladat most az egységes rendszer kialakítása, működtetése kell legyen. Csak ezután látszik indokoltnak az adatbázis szélesítése. Külön vitatéma, hogy milyen irányban induljunk el majd.

A feltételek folyamatosan érnek. Kimeríthetetlen adatbázis van a járóbetegellátó intézetek kártyáin is. Ennek hasznosítása is a jövő feladata.

A módszertan fejlesztésében fontos szerepe lenne az ESZTIK és számítógéppel rendelkező klinikai, kórházi bázisok szorosabb együttműködésének.

Az ESZTIK-ben rendelkezésre áll az adatfogadó, adatrögzítő kapacitás.

Elegendő a gépi kapacitás is.

A rendszerszervezési és programozási feladatok megoldásában még külső segítségre szorulunk.

A vázolt feladat önálló megoldása e pillanatban még meghaladja az erőinket, az ÁSZSZ-el való együttműködés azonban reális közelségbe hozhatja. Szívesen látjuk más szakemberek bekapcsolódását is.

Ujabb távlatokat nyit meg e területen a KGST Egészségügyi Állandó Bizottság által jóváhagyott egészségügyi tudományos-műszaki munkaterv. Ez célul tűzi ki 1980-ig, hogy az itt vázolt kérdések kutatása, a fejlesztési feladatok megoldása a szocialista országok együttműködésével történik meg.

A jóváhagyott terveket az érdekelt intézeteknek rendelkezésére bocsátjuk és várjuk jelentkezésüket a közös kutatásba.

A KGST együttműködés keretében a hazai koordináló feladatok ellátására az ESZTIK kapott megbízást.

Összefoglalva:

Az egészségügyi ágazat korszerű irányítása nem képzelhető el jól működő egészségügyi információ rendszer nélkül.

Az egészségügyi információrendszer egyik legfontosabb alrendszere az, mely a lakosság egészségi állapotáról, a betegségek alakulásáról tájékoztatja a különböző szintű vezetést.

Az ESZTIK az ÁSZSZ bázisán, vele együttműködve megtette az első lépéseket az országos beteg nyilvántartási rendszer kidolgozására.

Folytatása a hazai és baráti országok szakembereinek széleskörű együttműködésével lenne kívánatos.

E kerekasztal konferencia remélhetőleg egy mérföldkő lesz a hosszú, de hasznos fejlesztési munka folyamatában.

Csernay László

A vitavezető jogán az előadások meghallgatása, a hozzájuk kapcsolódó és felmerült kérdések megtárgyalása után - ezek rögzítésére és a kötetben való közzétételére sajnos nem volt lehetőségünk - szeretném a kerekasztal-megbeszélésből levonható következtetéseket röviden összefoglalni.

Naszlady főorvos főreferátumában széleskörű áttekintést nyújtott a számítógépes adatfeldolgozás klinikai felhasználása során hazánkban végzett eddigi munkákról. Sürgette az objektív feltetelek biztosítását, és számos kérdés felvetésével segítette a további fejlesztőmunka fő irányainak kijelölését.

Benedek Szabolcs rövid áttekintést nyújtott a SZOTE-n folyó számítógépes betegnyilvántartási rendszer tervezése idején felmerült elvi és gyakorlati nehézségekről. Hangsúlyozta az orvos és matematikus munkakapcsolatának döntő fontosságát, amely nélkül használható rendszer kifejlesztése valóban elképzelhetetlen. Igen figyelemre méltónak tartom a hagyományos rendszer átfogó vizsgálatára, a részletes helyzetfelmérésre ösztökélő gondolatait.

Győri István a betegnyilvántartó rendszerek integrációjának problémáiról szólt, rámutatott a fejlesztést gátló tényezőkre, nevezetesen a jelentős hardware különbségekre, a modellkísérletekben résztvevő számítóközpontok közötti laza kapcsolatra. Ugy érzem, hogy a "virágozzék minden virág" hasznosnak tűnő elve a párhuzamos fejlesztések miatt előbb-utóbb felesleges energiákat köt le, és a már kialakult rendszerekhez való törvényszerű ragaszkodás nehezítheti az egységes, integrált, mindenki számára elfogadható hazai alapelvek kidolgozását.

Szentgáli főigazgató ur filozófikus, a vezetés elveit érintő koreferátuma megerősíti, hogy a korszerű klinikai adatfeldolgozás megtervezése és bevezetése bármely egészségügyi intézményben céltudatos, hosszú, szívós, elkötelezett szervezőmunkát igényel.

Ghyczy Kálmán és B. Nagy András a konferencia eredeti céljától kissé eltérő, de rendkívül értékes koreferátuma arra hívja fel figyelmünket, hogy az információs rendszerek tervezésének és megvalósításának lázában égve, nem szabad elfeledkeznünk a rendszerbe kerülő adatok megbízhatóságának, érvényességének matematikai, valószínűség-számítási eljárásokkal történő vizsgálatáról.

Mányi Géza, az ESZTIK igazgatója, az intézet különleges feladatairól és az eddig elért eredményekről nyújtott áttekintést. Ő is sürgette az összefogást, hangsúlyozta az ÁSZSZ-szel való szerves kapcsolat megteremtésének döntő jelentőségét.

Greff Lajos osztályvezető elvtárs hozzászólásában ismét világosan fejtette ki, hogy az Egészségügyi Minisztérium - koncepciójának megfelelően - modellkísérleteknek tekinti a Budapesten, Szegeden, Szekszárdon, a Korányi TBC Intézetben folyó munkát. Ugy tűnik, hogy a már működő centrumok további támogatása a jövőben a legcélravezetőbb.

Az előadásokból és hozzászólásokból számos aktuális problémát ismerhettek meg a kerekasztal-megbeszélés hűséges hallgatói. Az előadások és a vita jól mutatja, hogy pillanatnyilag még nem érkezünk el ahhoz, hogy az eddigi tapasztalatokat objektív módon összehaveghessük és a klinikai betegadatok számítógépes adatfeldolgozására az optimális megoldási formát kiválaszthassuk. A pár év alatt megtett ut nem jelentéktelen, de további erőfeszítésekre van szükség ahhoz, hogy hasonló fórumon, vagy éppen minisztériumi szinten a legalkalmasabb klinikai adatkezelő rendszert kiválaszthassuk és ezt a magyar fekvőbeteg-intézményekben bevezethessük.

x x x



F.k.: Dr. Székely Sándor Kibernetikai Labor vezetője

Készült a JATE Sokszorosító Üzemében Szeged.

Engedélyszám: 185/78

Méret : A/4 .

Példányszám : 150

F.v.: Lengyel Gábor